

Universität Zürich  
Zentrum für Zahnmedizin  
Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (MKG)  
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. K.W.Grätz

---

Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. med. Dr. med. dent. K.W. Grätz

Klinisches Kurzzeitverhalten von festsitzend-verschraubten  
Implantatrekonstruktionen bei semi-rauer Oberfläche (Neoss) bei  
Tumorpatienten versus gesunden Patienten

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnmedizin der Medizinischen Fakultät  
der Universität Zürich

vorgelegt von  
Christian Casutt  
aus dem Fürstentum Liechtenstein

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. med. Dr. med. dent. K.W. Grätz  
Zürich 2012

## Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung .....	4
1.1. Hintergrund .....	4
1.2. Material und Methoden .....	4
1.3 Resultate .....	5
2. Einleitung .....	6
2.1. Einführung und Grundlagen .....	6
2.2. Die Zielsetzung .....	7
3. Literaturübersicht .....	8
3.1. Implantate beim gesunden- und beim Atrophie-Patienten.....	8
3.1.1. Der zahnlose Patient.....	8
3.1.1.1. Die fortgeschrittene Kieferkammatrophy .....	8
3.1.1.2. Die präprothetische Chirurgie .....	8
3.1.1.3. Kurze Implantate.....	10
3.1.1.4. Schräg gesetzte Implantate .....	11
3.1.1.5. Belastungsprotokoll.....	12
3.1.1.6. Abnehmbare Implantat-Rekonstruktionen.....	13
3.1.1.6.1. Grundlagen.....	13
3.1.1.6.2. Stegrekonstruktionen .....	14
3.1.1.6.3. Kugelanker-Prothesen.....	19
3.1.1.6.4. Magnete als Retentionselemente .....	19
3.1.1.6.5. Teleskop-Prothesen.....	20
3.1.1.7. Festsitzende Implantat-Rekonstruktionen .....	20
3.1.2. Der teilbezahnte Patient.....	23
3.1.3. Radiologische Aspekte .....	24
3.2. Implantate beim Tumorpatienten.....	25
3.2.1. Einleitung und Grundlagen.....	25
3.2.2. Hyperbare Sauerstofftherapie .....	28
3.2.3. Implantate beim bestrahlten Patienten .....	28
3.2.4. Implantations-Zeitpunkt beim bestrahlten Patienten .....	29
3.2.5. Implantate in freien Gewebetransplantaten .....	30
3.2.6. Beurteilungskriterien für Implantate beim bestrahlten Patienten .....	30
3.2.7. Prothetische Überlegungen beim bestrahlten Patienten .....	31
4. Material und Methode.....	32
4.1 Material .....	32

4.2 Methode.....	32
4.2.1 Die Literaturrecherche.....	32
4.2.2 Das chirurgische Verfahren beim Setzen der Implantate.....	33
4.2.3 Die prothetische Versorgung der Patienten.....	33
4.2.4 Die statische Auswertung der Daten.....	34
5.1 Überlebensraten der Neoss-Implantate .....	36
5.1.1 Überlebensraten der Implantate im Vergleich der vier Gruppen.....	36
5.1.2 Überlebensraten der Implantate in Bezug auf das Geschlecht der Patienten .....	37
5.1.3 Überlebensraten der Implantate in Bezug auf den Implantationsort.....	38
5.2 Überlebensraten der Implantate in wissenschaftlichen Publikationen .....	39
6. Diskussion.....	42
6.1 Resultate des eigenen Patientenguts .....	42
6.1.1 Überlebensraten der vier Patientengruppen im Vergleich.....	42
6.2 Fallbeispiele der Literatur .....	43
6.2.1 Allgemeines .....	43
6.2.2 Überlebensraten der Implantate im Vergleich der Gruppen.....	44
6.3 Überlebensraten der Neoss-Implantate im Vergleich mit den Ergebnissen der Literatur .....	44
7. Schlussfolgerung .....	46
8. Anhang.....	47
8.1 Tabellen der statistischen Auswertungen der Resultate mittels SPSS.....	47
8.1.1 Vergleich der vier Patientengruppen auf statistisch signifikante Unterschiede in Bezug auf die kumulativen Überlebensraten der Implantate .....	47
8.1.1.1 Vergleich der Gruppe 1 mit der Gruppe 2.....	47
8.1.1.2 Vergleich der Gruppe 1 mit der Gruppe 3.....	47
8.1.1.3 Vergleich der Gruppe 1 mit der Gruppe 4.....	48
8.1.1.4 Vergleich der Gruppe 2 mit der Gruppe 3.....	48
8.1.1.5 Vergleich der Gruppe 2 mit der Gruppe 4.....	49
8.1.1.6 Vergleich der Gruppe 3 mit der Gruppe 4.....	49
9. Literaturverzeichnis .....	51
10. Verdankungen .....	82
11. Curriculum Vitae .....	83

## 1. Zusammenfassung

### 1.1. Hintergrund

Die orale Implantologie hat die Behandlungsoptionen der Zahnheilkunde, sowie der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie um ein reichhaltiges Spektrum erhöht. Von besonderer Bedeutung sind dentale Implantate nicht nur beim zahnlosen Patienten, welcher früher nur mit den Mitteln der abnehmbaren Prothetik versorgt werden konnte, sondern insbesondere auch bei Patienten, die an Tumoren im Kiefer- und Gesichtsbereich erkranken und die sich vielfach einer Strahlentherapie und / oder einer chirurgischen Entfernung des Tumorgewebes unterziehen müssen. Die Wiederherstellung der Kaufunktion kann bei diesen Patienten in entscheidendem Masse verbessert werden, indem Implantate auch in das zuvor bestrahlte Gewebe oder im Bereich der zur Rekonstruktion des Kiefer- und Gesichtsbereiches eingesetzten Transplantate eingesetzt werden.

### 1.2. Material und Methoden

Die in dieser Arbeit untersuchten Patienten des Universitätsspitals Zürich wurden gemäss dem internen Standardprotokoll behandelt. Die Implantate wurden dabei in einem zweiphasigen Verfahren eingesetzt, wobei die Implantation als sogenannte „Spätimplantation“ nach 6 Monaten erfolgte. Bei denjenigen Patienten, die zusätzlich zur Rekonstruktion mittels Knochentransplantaten einer Strahlentherapie unterzogen werden mussten, wurden die Implantate erst nach einem Jahr inseriert. Die Freilegung der Implantate nach dem Abwarten der Osseointegration erfolgte bei diesen Patienten als Standard nach 4 Monaten bei den im Unterkiefer eingesetzten Implantaten und nach 6 Monaten bei den im Oberkiefer inserierten Implantaten. Die retrospektive Analyse der kumulativen Überlebensraten der verwendeten Implantate erfolgte mittels der Software SPSS. Die Patienten wurden dabei in vier Gruppen eingeteilt, um deren Resultate im Hinblick auf die verschiedenen Ausgangssituationen und Indikationen vergleichen zu können.

### **1.3 Resultate**

Bei Implantaten, die im ortständigen Kieferknochen eingesetzt wurden, errechnete sich eine kumulative Überlebensrate von 93.9% bei den gesunden Patienten (Gruppe 1), sowie eine kumulative Überlebensrate von 97.9% bei den bestrahlten Patienten (Gruppe 2). Der Unterschied der Resultate dieser beiden Gruppen ist jedoch statistisch nicht signifikant.

Bei den Implantaten, welche in Knochentransplantaten eingesetzt wurden, errechnete sich eine kumulative Überlebensrate von 82.1% bei den nicht-bestrahlten Patienten (Gruppe 3), sowie eine kumulative Überlebensrate von 50.0% bei den bestrahlten Patienten (Gruppe 4). Der Unterschied der Resultate dieser beiden Gruppen ist statistisch nicht signifikant, wenn auch äusserst knapp.

## 2. Einleitung

### 2.1. Einführung und Grundlagen

Die orale Implantologie hat die chirurgisch-prothetische Zahnheilkunde in den vergangenen zwei Jahrzehnten um ein reichhaltiges Spektrum erweitert. Aufgrund der sehr guten Erfolgsraten von endossalen Implantaten entstand ein sich ständig erweiternder Indikationsbereich für zahnärztliche Implantatsysteme.

Grosse Bedeutung erlangte die Implantologie dahingehend, dass sie neue Behandlungsmöglichkeiten beim zahnlosen Patienten eröffnete, welcher früher nur mit Mitteln der Totalprothetik versorgt werden konnte. Dies stellte insbesondere bei Patienten mit einer ausgeprägten Atrophie des alveolären Kieferkammes eine grosse Herausforderung dar. Mit Hilfe von in den Kieferknochen eingesetzten dentalen Implantaten in Form von alloplastischen oder xenogenen Materialien kann der zahnlose Patient nun sowohl feststehend mittels einer Implantat-getragenen Brückenrekonstruktion, als auch abnehmbar durch Implantat-fixierte, herausnehmbare Prothesen versorgt werden, wodurch sowohl Stabilität und Halt der Prothese als auch Kaufunktion und Patientenkomfort signifikant verbessert werden.

Mit den zurzeit erprobten Behandlungsstrategien können auch beim teilbezahnten Patienten alle Arten von Lückengebissen langfristig versorgt werden. Durch das Setzen von Implantaten können Kronen- und Brückenrekonstruktionen unter Schonung von unversehrten oder bereits rekonstruierten Zähnen vorgenommen werden. Einzelzahnücken können ohne das Beschleifen von natürlichen Zähnen und somit Zahnschubstanz schonend geschlossen werden und es besteht bei Lücken von grösserer Spannweite oder bei Freirandsituationen die Möglichkeit, zusätzliche strategisch wichtige Pfeiler zu setzen, um risikoreiche Rekonstruktionen zu vermeiden.

Bei Patienten, welche an Tumoren im Kiefer- und Gesichtsbereich erkranken, wird in vielen Fällen neben der konventionellen Radiotherapie eine chirurgische Entfernung des maligne entarteten Gewebes notwendig. Bei den betroffenen Patienten führt dies nicht nur zu erheblichen Missbildungen des Gesichts, sondern auch zu funktionellen Beschwerden und in vielen Fällen zu psychischen Problemen. Von grosser Wichtigkeit ist deshalb die rasche funktionelle und kosmetische Wiederherstellung dieser Patienten, was in den meisten Fällen

durch die Transplantation von Knochen- und Weichgewebe aus adäquaten autologen Spenderstellen geschieht. Die Implantologie leistet in der Folge auch hier beim Tumorpatienten einen wichtigen Beitrag, indem sie die darauf folgende prothetische Versorgung unterstützt. Neben der Kaufunktion wird auch die Lebensqualität der betroffenen Patienten durch die Anfertigung von festsitzenden Implantat-getragenen Prothesen in entscheidendem Masse verbessert.

## **2.2. Die Zielsetzung**

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den klinischen Überlebensraten von zahnärztlichen Implantaten. Neben einer Literatur-Übersicht der wissenschaftlichen Publikationen zu diesem Thema wurde in einem zweiten Schritt dasjenige Patientengut der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten und Kieferchirurgie des Universitätsspitals Zürich untersucht, welches im Zeitraum vom Dezember 2004 bis Juli 2007 mit Implantaten des Neoss-Systems versorgt wurde. Patienten, welche mit Implantaten anderer Hersteller versorgt wurden, finden in den Untersuchungen und Auswertungen der vorliegenden Arbeit keine Berücksichtigung.

Unsere Patienten bzw. die Gesamtheit der hier untersuchten Implantate des Neoss-Systems wurden bei der Betrachtung der Resultate in insgesamt vier Gruppen eingeteilt, da die Implantate einerseits bei gesunden Patienten, andererseits bei Tumorpatienten, die aufgrund ihrer Erkrankung bestrahlt oder nach ablativer Chirurgie ästhetisch-funktionell rekonstruiert werden mussten, eingesetzt wurden. Dabei sollen die Ergebnisse von im ortsständigen, nicht-bestrahlten Kieferknochen eingesetzten Implantaten mit denjenigen verglichen werden, welche im bestrahlten und / oder im transplantierten Knochen inseriert wurden. Die beim eigenen Patientengut der kieferchirurgischen Klinik des Universitätsspitals Zürich evaluierten und statistisch ausgewerteten Resultate werden zudem mit den in der Literatur gefundenen Angaben verglichen und interpretiert.

### 3. Literaturübersicht

#### 3.1. Implantate beim gesunden- und beim Atrophie-Patienten

##### 3.1.1. Der zahnlose Patient

###### 3.1.1.1. *Die fortgeschrittene Kieferkammatrophy*

Eine grosse Herausforderung für den oralen Chirurgen und den Prothetiker stellt die fortgeschrittene Kieferkamm-Atrophie dar, deren Schweregrad vom Zeitpunkt des Zahnverlusts abhängig ist. Für den Patienten ist diese Atrophie gleichbedeutend mit einem verminderten Halt der Prothese, mit möglicherweise auftretenden Problemen beim Essen und Sprechen, sowie einem zunehmend veränderten äusseren Erscheinungsbild des Gesichts (Stellingsma, Vissink, 2004). Schwierigkeiten mit der abnehmbaren Prothese können neben funktionellen Beschwerden aber auch die Ursache für soziale Probleme sein und die Lebensqualität der betroffenen Patienten beeinträchtigen (Bergman and Carlsson, 1985). Implantat-getragene Prothesen führen in diesem Zusammenhang zu einer deutlichen Verbesserung des Lebensstandard und der Lebensqualität von zahnlosen Patienten verglichen mit jenen Patienten, welche konventionell mit abnehmbaren Prothesen versorgt worden sind (Allen and McMillan, 2003), (Heydecke, Boudrias, 2003).

###### 3.1.1.2. *Die präprothetische Chirurgie*

In den Jahrzehnten vor der routinemässigen Anwendung dentaler Implantate beschränkte sich die präprothetische Chirurgie bei Atrophie-Patienten vor allem auf eine Verbesserung des anatomischen Kieferkammprofils (Jennings, 1989), (Hillerup, 1994), (Peterson, 1983). Die damit verbundenen Eingriffe erzielten jedoch oftmals keine langfristige Verbesserung von Retention und Stabilität der Totalprothese (Stoelinga, Blijdorp, 1986). Andere Studien beschreiben das Verfahren der LVPFSSG (combined lingual-vestibuloplasty with free split-thickness skin graft) als voraussagbar und zufrieden stellend, weisen aber darauf hin, dass es sich dabei um einen grösseren chirurgischen Eingriff handelt, welcher nur unter Vollnarkose durchgeführt werden kann und Komplikationen wie ein postoperativ unbefriedigendes Erscheinungsbild der Lippen- und Kinnweichteile oder eine Dysästhesie von Lippe oder



Kinn, sowie Infektionen mit *Candida albicans* zwar selten sind, aber durchaus beschrieben werden (Hillerup, 1991). Seitdem nun Implantate als Verankerung für abnehmbare und festsitzende Prothesen Verwendung finden, hat sich die rekonstruktive präprothetische Chirurgie verändert. Während früher vor allem das knöcherne und das gingivale Auflager für eine konventionelle Prothese optimiert werden sollte, so zielt sie heute darauf ab, ein genügend grosses Knochenbett zur Verfügung zu stellen, um Implantate in der prothetisch richtigen Position setzen zu können (Stellingsma, Vissink, 2004).

Beim zahnlosen Patienten können durch den Einsatz dentaler Implantate sowohl die Retention, als auch die Stabilität von abnehmbaren prothetischen Versorgungen in erheblichem Masse verbessert werden. Dies ist insbesondere dann von grösserer Bedeutung, wenn die Kieferkämme bereits stark atrophiert sind. Diverse Techniken zum Knochenaufbau kommen bei der Rekonstruktion des atrophierten Kieferkamms in einer Vielzahl von klinischen Situationen zur Anwendung (Adell, Lekholm, 1990), (Jensen, Sindet-Pedersen, 1994), (Keller, Eckert, 1994), (Listrom and Symington, 1988), (Lukash and Sachs, 1989, Misch, Misch, 1992). Autologe Knochentransplantate stellen dabei den Gold-Standard dar (Reinert, König, 2003), (Lundgren, Rasmusson, 1999), (Schliephake, Schmelzeisen, 1999), wobei vor allem auf Beckenkamm-Transplantate zurückgegriffen wird, welche im Verlaufe des Heilungsprozesses allerdings bis zu 50% ihrer ursprünglichen Höhe durch Resorption verlieren können (Adell, Lekholm, 1990), (Nystrom, Legrell, 1995). Eine sinnvolle Alternative zum Beckenkamm-Transplantat stellt das mikrovaskulär-anastomosierte Fibulatransplantat dar, welches v.a. bei umfassenden mandibulären Rekonstruktionen das Spenderorgan der Wahl darstellt (Nelson, Glatzer, 2006). Vorteile sind die gute Knochenqualität und -quantität, sowie die geringeren postoperativen Resorptionen im Vergleich mit Beckenkamm-Transplantaten (Balshi, Wolfinger, 2003), (Bell, Blakey, 2002), (Swart and Allard, 1985). Ausserdem verfügt das Fibula-Transplantat über eine dickere Kortikalis und darin eingesetzte Implantate zeigen eine gute Primärstabilität und Osseointegration aufgrund des hohen Knochen-Implant-Interface (Moscoso, Keller, 1994), (Sumi, Hasegawa, 2001).

Die Implantation kann gleichzeitig mit dem Knochenaufbau oder in einem zweizeitigen Verfahren erst später nach Einheilung des Transplantats erfolgen. Ein zweizeitiges Behandlungsprotokoll weist den Vorteil auf, dass Implantate auf einfachere Weise präzise und korrekt eingebracht werden können (Pinholt, 2003), (Reinert, König, 2003). Weitere Studien konnten ausserdem belegen, dass die Osseointegration der Implantate nach Abwarten

einer 6-monatigen Einheilung des Transplantats besser war als bei einzeitig gesetzten Implantaten (Lundgren, Rasmusson, 1999), und dass damit auch die Überlebensrate der Implantate deutlich anstieg (Misch and Dietsh, 1994). Ein Nachteil des zweizeitigen Vorgehens liegt im zusätzlichen operativen Eingriff, der dem Patienten im Gegensatz zum gleichzeitigen Einbringen von Transplantat und Implantat zugemutet werden muss.

*Henning Schliephake* stellte in einer Arbeit zu den Langzeitresultaten von Implantaten, welche beim stark atrophierten Kieferkamm in Knochentransplantate gesetzt wurden, fest, dass die meisten Implantat-Misserfolge auf eine mangelnde Osseointegration zur Zeit der Abutment-Connection (Distanz-OP) oder durch asymptotische Lockerung im Monat danach erfolgten. Ein Implantatverlust kann in der Folge dazu führen, dass eine prothetische Planung angepasst werden muss. Des Weiteren konnte er in Bezug auf die Anatomie des Kieferkamms feststellen, dass die Prognose von im Oberkiefer eingesetzten Implantaten bedeutend schlechter ausfällt als von im Unterkiefer platzierten Implantaten. Keine signifikante Auswirkung hatte jedoch die Herkunft des autologen Knochentransplantats auf die Überlebensrate der Implantate (Schliephake, Neukam, 1997).

### **3.1.1.3. Kurze Implantate**

Eine Alternative zu aufwändigen Knochenaufbauten stellt der Einsatz von kurzen Implantaten mit einer Länge von 6 bis 7 mm dar. Während *Bertil Friberg* in diesem Zusammenhang zum Schluss kam, dass im stark atrophierten Kieferkamm auch unter Verwendung kurzer Implantate voraussagbar und zuverlässig gute Resultate erreicht werden können (Friberg, Grondahl, 2000), wies *Stellingsma* darauf hin, dass aus dem Verhältnis von verkürzter Implantatlänge und gleich bleibender Distanz zur Okklusalfäche eine ungünstige Biomechanik entsteht, welche die Osseointegration gefährden kann (Stellingsma, Vissink, 2004). Dies sei der Grund, weshalb auf diese Behandlungsmodalität seltener zurückgegriffen werde, obwohl sie aufgrund der relativ einfachen chirurgischen Vorgehensweise eine attraktive Behandlungsoption darstelle (Stellingsma, Meijer, 2000), (Stellingsma, Vissink, 2004), (Triplett, Mason, 1991), (Keller, 1995), (Friberg, Grondahl, 2000). Andere Autoren kamen bei der Untersuchung von kurzen Implantaten ebenfalls zum Schluss, dass es sich bei der Verwendung von kurzen Implantaten zumindest in der posterioren Region des Unterkiefers um eine voraussagbare und zuverlässige Behandlungsmodalität handelt

(Teixeira, Wadamoto, 1997). Gemäss der in einer breit angelegten prospektiven Studie durchgeführten Untersuchungen von Romeo et al. kann ebenfalls kein Zusammenhang festgestellt werden zwischen Implant-Länge bzw. Implantat-Durchmesser zum Implantat-Misserfolg; nur 20% der Misserfolge waren auf Implantate mit einer Länge von 8 mm zurückzuführen und nur 26.6% auf Implantate mit einem Durchmesser von 3.3 mm, mit ähnlichen Ergebnissen für Unter- und Oberkiefer. Trotz der positiven Ergebnisse weisen die Autoren jedoch darauf hin, dass noch weitere Untersuchungen notwendig sein werden, um diese Befunde zu bestätigen (Romeo, Lops, 2004). In diesem Zusammenhang gilt es ausserdem zu beachten, dass sich in der Literatur auch Studien finden, in denen eine niedrigere Erfolgsrate von kurzen Implantaten dokumentiert wird (Fartash, Eliasson, 1995), (Bert, 1994).

#### ***3.1.1.4. Schräg gesetzte Implantate***

Eine weitere Möglichkeit, grössere Knochenaufbauten zu umgehen, liegt im Setzen von in gekippter Achsenneigung in den Kieferknochen eingebrachten Implantaten. Die Vorteile liegen hierbei neben den niedrigeren Kosten in einer vereinfachten chirurgischen Technik und in der Verwendung längerer Implantate. Es wird durch schräg gesetzte Implantate eine sich vorteilhaft auswirkende Biomechanik erreicht, indem durch das vergrösserte Unterstützungspolygon auf ausgedehnte distale Extensionen verzichtet werden kann und eine bessere Verteilung der okklusalen Belastung erreicht wird (Krekmanov, Kahn, 2000). Ausserdem kann auch hier auf eine Hospitalisation und Operation unter Vollnarkose, wie dies bei der Verwendung von Knochenblocktransplantaten notwendig ist, verzichtet werden (Rosen and Gynther, 2007). Modellanalysen haben aber auch ergeben, dass schräg gesetzte Implantate den Stress bzw. die Belastung auf den umliegenden Knochen erhöhen können, weil sie in grösserem Ausmass Biegekräften ausgesetzt sind. Auch hier können diese Belastungen auf die Implantate durch die genannten Biegekräfte und Drehmomente mittels einer Verblockung der Implantate in Form einer festsitzenden Brückenrekonstruktion reduziert werden (Clelland, Gilat, 1993), (Clelland, Lee, 1995), (Rangert, Sullivan, 1997). Da die schräg gesetzten Implantate im Unterkiefer bevorzugt an den Positionen Regio 35 und 45 in den Kiefer eingebracht werden, muss das Aufbereiten des Implantatbetts mit besonderer Achtsamkeit erfolgen, um eine Verletzung des N. mentalis zu vermeiden. Es ist in diesem Fall unverzichtbar, das Foramen des Nervs während des chirurgischen Eingriffs darzustellen und

eine klinische und radiologische Beurteilung des anterior gebogenen Nervenverlaufs durchzuführen, um die für die Implantation massgebende distale Begrenzung des Implantatbetts festlegen zu können. *Francetti et. al.* untersuchten in diesem Zusammenhang in einer prospektiven klinischen Studie den Erfolg von festsitzenden Brückenrekonstruktionen im Unterkiefer, welche anterior an zwei achsengerecht- und distal an zwei in gekippter Achsenneigung eingebrachten Implantaten befestigt wurden und kamen zum Schluss, dass es sich hierbei um eine erfolgsversprechende Behandlungsoption handelt (Francetti, Agliardi, 2008). Die guten Resultate stehen im Einklang mit früheren Untersuchungen, welche die Vorhersagbarkeit der Methode bestätigen (Malo, Rangert, 2003).

### **3.1.1.5. Belastungsprotokoll**

Seit den ersten Publikationen von Branemark und Schroeder wurde das Einhalten einer belastungsfreien Einheilzeit, sowohl für gedeckt als auch für nicht gedeckt gesetzte Implantate, zu einem der wichtigsten Paradigmen der Implantologie, um eine ungestörte Osseointegration dentaler Implantate zu gewährleisten. Im ursprünglichen Konzept wurden Einheilzeiten von 3 Monaten für den Unterkiefer und von 6 Monaten für den Oberkiefer empfohlen. Diese Ansicht war allerdings empirisch gestützt und nicht experimentell erforscht (Branemark et al. 1969), (Branemark, Hansson, 1977), (Schroeder, Pohler, 1976), (Schroeder, van der Zypen, 1981). Neuerdings werden diese Einheilzeiten sukzessive verkürzt oder sogar ganz abgeschafft, um die gesamte Behandlungszeit zu minimieren. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob die Osseointegration und die Langzeitergebnisse der Implantate durch eine solche Verkürzung der Einheilzeit negativ beeinflusst werden. *Brunski et al.* erkannten in einer in den Anfängen der Implantologie verfassten Studie zu diesem Thema, dass eine frühzeitige Belastung zu einer fibrösen Einheilung der Implantate führt (Brunski, Moccia, 1979). Im Gegenzug finden sich in neuerer Zeit in der Literatur viele Studien, welche selbst bei Sofort- oder bei früher Belastung eine erfolgreiche Osseointegration dokumentieren (Chiapasco, Gatti, 1997), (Gatti, Haefliger, 2000), (Chiapasco, Abati, 2001), (Payne, Tawse-Smith, 2001), (Roynesdal, Amundrud, 2001). Vielfach diskutiert und von *Cameron et al.* aufgegriffen ist auch die Frage, ob Mikrobewegungen per se die Osseointegration gefährden oder ob in diesem Zusammenhang von einem Schwellenwert ausgegangen werden kann, ab welchem die Osseointegration gestört ist (Cameron, Pilliar, 1973), (Maniopoulos, Pilliar, 1986). Bisherige Studien zeigen, dass davon ausgegangen werden kann, dass dieser kritische

Schwellenwert, abhängig vom Implantat-Typ und der Implantat-Morphologie, zwischen 50 und 150 Mikrometer liegt (Szmukler-Moncler, Salama, 1998), (Pilliar, Lee, 1986).

Das Konzept der Sofortbelastung ist für den Patienten attraktiv, aber auch im Interesse des oralchirurgisch und prothetisch tätigen Zahnarztes (Collaert and De Bruyn, 2002). Eine vergleichende klinische Studie zeigte in diesem Zusammenhang, dass die Patienten-Zufriedenheit signifikant erhöht ist, wenn die Behandlungszeit durch eine Sofortbelastung verkürzt werden kann (Schropp, Isidor, 2004). Attard & Zarb kamen in ihrer Literatur-Übersicht zum Schluss, dass bei Implantaten, welche im anterioren Bereich der Mandibula eingesetzt werden, bei Sofortbelastung gute Resultate erreicht werden, während für die übrigen Indikationen noch keine ausreichende Dokumentation vorliegt (Attard and Zarb, 2005). Andere Studien hingegen bescheinigen dem Verfahren der Sofort-Belastung der Implantate selbst für den zahnlosen Oberkiefer eine gute Prognose (Olsson, Urde, 2003), (Collaert and De Bruyn, 2002). Von grosser Wichtigkeit ist im Zusammenhang mit einer Sofort- oder Frühbelastung der Implantate, dass diese primärstabil gesetzt werden können und durch eine Brückenrekonstruktion verblockt werden. Dadurch wird nicht nur einer Überbelastung vorgebeugt, sondern es werden auch bessere Verhältnisse für eine erfolgreiche Osseointegration geschaffen, indem Mikrobewegungen reduziert werden (Szmukler-Moncler, Salama, 1998), (Szmukler-Moncler, Piattelli, 2000).

In Abhängigkeit von der klinischen Situation und den finanziellen Mitteln kann ein zahnloser Patient unter Verwendung von Implantaten sowohl abnehmbar, als auch komplett festsitzend versorgt werden.

### **3.1.1.6. Abnehmbare Implantat-Rekonstruktionen**

#### **3.1.1.6.1. Grundlagen**

Die abnehmbare Implantat-getragene Hybridprothese stellt eine äusserst effektive und im Verhältnis zur festsitzenden Versorgung günstige Behandlungsoption dar. In denjenigen Fällen, in denen somit eine festsitzende Implantat-getragene Prothese aus anatomischen, funktionellen oder finanziellen Gründen nicht indiziert ist, kann die Implantat-getragene Hybridprothese als eine sehr befriedigende Alternative mit zuverlässigen Langzeit-Resultaten angesehen werden (Naert, De Clercq, 1988), (Engquist, Bergendal, 1988), (Johns, Jemt,

1992), (Hutton, Heath, 1995). Im Unterkiefer werden während des chirurgischen Teils der Behandlung meist zwei bis maximal vier Implantate in den anterioren Bereich des Kieferknochen gesetzt, welche in der Folge, mit Rücksicht auf die klinische Situation, mit unterschiedlichen prothetischen Retentionselementen ausgestattet werden können (Feine, Carlsson, 2002), (van Kampen, Cune, 2003), (Naert, Gizani, 1999). Im Oberkiefer variiert die Anzahl der gesetzten Implantate ebenfalls in Abhängigkeit von der klinischen und finanziellen Situation des Patienten. In Form der Hybridprothese werden sowohl die fehlenden Hart- als auch Weichgewebe durch Kunststoff ersetzt. Die Tatsache, dass es sich um eine abnehmbare prothetische Lösung handelt, vereinfacht ausserdem die Hygienezugänglichkeit für den Patienten (Schepers 1991), (Tinsley, Watson, 2001).

In Bezug auf die Patientenzufriedenheit konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Retentionselementen festgestellt werden, ebenso wenig hinsichtlich der Tatsache, ob es dabei um eine verblockte oder unverblockte Behandlungsmodalität handelte (van Kampen, Cune, 2003), (Naert, Gizani, 1999), (MacEntee, Walton, 2005), (Walton and MacEntee, 1997), (Payne and Solomons, 2000), (Payne and Solomons, 2000).

Häufige klinische Komplikationen in Zusammenhang mit der Implantat-getragenen Hybridprothese sind unter anderem Implantatverlust oder die Fraktur von Abutment- oder Verbindungs-Schrauben (Walmsley and Frame, 1997).

#### 3.1.1.6.2. Stegrekonstruktionen

*Hooghe und Naert* beschreiben die Implantat- bzw. Steg-getragene Hybridprothese als bewährte und zuverlässige Behandlungsoption, bei welcher in der Folge sowohl von einer geringen Misserfolgsrate der Implantate, als auch von stabilen Verhältnissen des marginalen Knochens ausgegangen werden kann (Hooghe and Naert, 1997). Im Falle eines Behandlungsprotokolls mit Sofortbelastung empfiehlt *Ciapasco* bei der Anfertigung einer Implantat-getragenen Hybridprothese im Unterkiefer das Setzen von vier Implantaten mit Versorgung durch einen U-förmigen Steg. Nur diese Konstruktion garantiere durch Anordnung und Verblockung der Implantate eine ausreichende Stabilität, um die die Osseointegration gefährdenden Mikrobewegungen der Implantate zu vermeiden, da der U-förmige Steg Rotationsbewegungen minimiere und die Belastungen der Implantate vor allem in vertikaler Richtung einwirken (Chiapasco, Gatti, 1997). *Gatti et al.* konnten diese Ergebnisse für die Implantat-getragene Hybridprothese im Unterkiefer in einer prospektiven

Studie bestätigen, in welcher nach dem gleichen Prinzip und mit grossem Erfolg 3 ó 4 interforaminale Implantate durch einen U-förmigen Steg verbunden und sofort belastet wurden. Sie erreichten hier selbst bei Sofortbelastung hohe Erfolgsraten (96% gemäss den Erfolgskriterien nach Albrektsson et al. (Albrektsson, Zarb, 1986)) und verzeichneten durch die kürzere Behandlungsdauer eine gesteigerte Patientenzufriedenheit. In der Literatur gibt es aber keine Evidenz, dass auch eine geringere Anzahl Implantate ausreichend wäre, um die Stabilität zu gewährleisten, um den mechanischen Ansprüchen der Sofortbelastung standzuhalten. Gleichermassen gibt es in der Literatur keine Daten, die darlegen könnten, dass sich die Überlebensrate der Implantate bei einer noch grösseren Anzahl an Implantaten verbessert (Gatti, Haeffliger, 2000).

In Fällen mit ausgeprägter mandibulärer Kieferkamm-Atrophie verbindet die Implantat-fixierte, Steg-getragene Hybridprothese die vorteilhaften Merkmale von festsitzenden und abnehmbaren Prothesen (Branemark, Hansson, 1977), (Eliasson, Palmqvist, 2000), (Sadowsky, 2001), (Galindo, 2001). Während sowohl die Stabilität, als auch die Retention der Prothese eine mit der festsitzenden Brückenrekonstruktion vergleichbare Kaufunktion erlauben, wird durch die stabile Okklusalfäche auch einer Resorption des mandibulär posterioren und des maxillär anterioren Kieferkamms vorgebeugt (Kreisler, Behneke, 2003), (Wright, Glantz, 2002). Ausserdem ist die Reinigung der herausnehmbaren Prothese vereinfacht und es können bei starker Kieferkamm-Atrophie ästhetische und vertikale Disharmonien mit dem Prothesenrand aus Kunststoff besser ausgeglichen werden als bei einer festsitzenden Brücke (Burns, 2000), (Schmitt and Zarb, 1998), (Naert, Hooghe, 1997), (Batenburg, Meijer, 1998), (Meijer, Batenburg, 2004).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Konzept der Implantat-getragenen Hybridprothese im Unterkiefer selbst bei Sofortbelastung ohne Gefährdung der Langzeitresultate und aufgrund der verkürzten Behandlungsdauer mit einer erheblichen Verbesserung der Patientenzufriedenheit durchgeführt werden kann (Gatti, Haeffliger, 2000), (Spiekermann, Jansen, 1995), (Chiapasco, Gatti, 1997). Dass mit der Behandlungsmodalität der Implantat-getragenen Hybridprothese voraussagbar sehr gute Langzeitresultate erreicht werden, wird durch viele Studien bestätigt (Behneke, Behneke, 2002), (Spiekermann, Jansen, 1995), (Jemt, Chai, 1996), (Naert, Hooghe, 1997), (Naert, Gizani, 1998), (Bergendal and Engquist, 1998), (Gotfredsen and Holm, 2000), (Davis and Packer, 1999), (van Steenberghe, Quirynen, 2001), (Merckse-Stern, Aerni, 2001).

Im Oberkiefer sieht sich der implantologisch tätige Zahnarzt einer komplexeren Situation gegenüber gestellt. Eine Atrophie des Kieferkamms kann die Möglichkeiten zum Setzen von

Implantaten deutlich beschränken und vor allem bei geringer Höhe an verbliebenem Knochen und einer nahen Relation zum Sinus maxillaris oder zum Nasenboden können aufwändige Knochenaufbauten notwendig werden, bevor eine Behandlung mit Implantaten möglich ist (Ulm, Solar, 1995). Ausserdem muss berücksichtigt werden, dass der bedeutend dünner und graziler ausgeformte spongiöse Knochen des Oberkiefers mit seinen dünnen oder zum Teil gar fehlenden Kortikalisanteilen im Vergleich zum Unterkiefer weniger für die stabile Aufnahme von Implantaten geeignet ist (Jaffin and Berman, 1991), (Roos, Sennerby, 1997). Als Ursachen für eine erhöhte Anfälligkeit des zahnlosen Oberkiefers für einen Implantat-Verlust gelten schlechte Knochenqualität, eine geringe Knochenmenge, die Verwendung von kurzen Implantaten und eine schlechte Primärstabilität der gesetzten Implantate (Albrektsson, Zarb, 1986), (Engquist, Bergendal, 1988), (Zarb and Schmitt, 1990), (Jaffin and Berman, 1991), (Jemt, Book, 1992), (Jemt and Lekholm, 1995), (Jemt, Chai, 1996), (Chan, Narhi, 1998).

Bereits in relativ frühen Untersuchungen führte dies zu der Erkenntnis, dass für mandibuläre Implantate bessere Langzeitresultate zu erwarten sind als bei in den Oberkiefer eingebrachten Implantaten (Lekholm, Zarb, 1985), (Kalbleish, Prentice, 1980). Und auch neuere Studien konnten den Verdacht erhärten, dass bei maxillären Implantaten und vor allem bei maxillären Implantat-getragenen Hybridprothesen mit weniger positiven Erfolgsraten und vermehrten Komplikationen gerechnet werden muss (Chan, Narhi, 1998), (Engquist, Bergendal, 1988), (Jemt and Lekholm, 1995), (Jemt, Chai, 1996).

In vielen Studien zur Implantat-getragenen Hybridprothese im Oberkiefer wurden die Implantate in der anterioren Maxilla gesetzt (Chan, Narhi, 1998), (Engquist, Bergendal, 1988), (Jemt and Lekholm, 1995), (Jemt, Chai, 1996), (Mericske-Stern, 1998), (Mericske-Stern, Oetterli, 2002), (Widbom, Soderfeldt, 2005). Problematisch kann sich dabei der Umstand auswirken, dass aufgrund der Anatomie des anterioren maxillären Kieferkamms oftmals auf kurze Implantate zurückgegriffen werden muss, da bei kurzen Implantaten in der anterioren Maxilla mit einer erhöhten Prävalenz von Implantat-Verlusten - gerade in Zusammenhang mit der Versorgung mit Hybridprothesen - gerechnet werden muss (Mericske-Stern, Oetterli, 2002), (Widbom, Soderfeldt, 2005). Durch Verbesserungen der Implantatsysteme und der chirurgischen Verfahren im Zusammenhang mit Knochenaufbauten konnten die Langzeitresultate von maxillären Implantaten in den vergangenen Jahren aber stetig verbessert werden (Zitzmann and Marinello, 2000), (Widbom, Soderfeldt, 2005), (Ferrigno, Laureti, 2002). Untersuchungen diverser Autoren konnten dabei auch eine hohe Erfolgsrate von Implantaten verzeichnen, welche im posterioren Seitenzahnbereich im



Zusammenhang mit Augmentationen des Sinus maxillaris gesetzt wurden, auch wenn diese prothetisch mit Hybridprothesen versorgt wurden (Zitzmann and Marinello, 2000), (Ferrigno, Laureti, 2002), (Del Fabbro, Testori, 2004), (Olson, Dent, 2000), (Valentini and Abensur, 2003, Rodoni, Glauser, 2005), (Hallman and Nordin, 2004).

*Krennmair et al.* erreichten in ihren Untersuchungen der Implantate bei Steg-getragenen maxillären Hybridprothesen 5-Jahres-Überlebensraten von 98% unter Verwendung von Implantaten mit einer Länge von mindestens 13 mm und einem Durchmesser von mindestens 3.8 mm. Während die Implantate bei der ersten Patientengruppe in der anterioren Maxilla gesetzt und mit einem Steg versorgt wurden, so erhielt die zweite Gruppe zwei separate Stegrekonstruktionen, die auf im beidseitig augmentierten Sinus gesetzten Implantaten verankert wurden. Dabei konnten keine Unterschiede bei den Überlebensraten festgestellt werden zwischen den Implantaten, die in der nicht augmentierten anterioren Maxilla gesetzt wurden und denjenigen, die in den augmentierten posterioren Regionen gesetzt wurden (Krennmair, Krainhofner, 2008). Andere Autoren bestätigen die guten Erfolgsraten von im augmentierten Sinus gesetzten Implantaten. In vielen Studien konnte somit sowohl die Sicherheit, als auch die Voraussagbarkeit dieser Methode durch positive Resultate gestützt werden (Engquist, Bergendal, 1988), (Jemt, Book, 1992), (Jemt and Lekholm, 1995), (Zitzmann and Marinello, 2000), (Mericske-Stern, 1998), (Mericske-Stern, Oetterli, 2002), (Widbom, Soderfeldt, 2005), (Ferrigno, Laureti, 2002), (Del Fabbro, Testori, 2004), (Olson, Dent, 2000), (Rodoni, Glauser, 2005), (Valentini and Abensur, 2003), (Hallman and Nordin, 2004), (Narhi, Hevinga, 2001), (Wallace and Froum, 2003), (Eckert and Wollan, 1998), (Carlsson, Lindquist, 2000).

*Zitzmann und Marinello* beschreiben für den zahnlosen Oberkiefer in einer vergleichenden Studie ähnliche Resultate für die Implantat-getragene abnehmbare Hybridprothese wie für die festsitzende Implantat-getragene totale Brückenrekonstruktion, unter der Voraussetzung, dass die Implantate jeweils durch einen Steg bzw. das Brückengerüst verblockt werden. Es ist aber zu beachten, dass dabei auf kurze Implantate mit einer Länge von 7 mm verzichtet wurde und auch bei der abnehmbaren Hybridprothese eine vergleichsweise hohe Anzahl von 6 ó 8 Implantate verwendet wurde, um eine bessere Verteilung der belastenden Kräfte zu garantieren (Zitzmann and Marinello, 2000). *Nähri et al.* führen ihre guten Resultate bei der Untersuchung von Hybridprothesen im Oberkiefer unter anderem ebenfalls darauf zurück, dass nur Implantate mit einer Länge von mindestens 12 mm verwendet wurden - im Wissen, dass die Verwendung von kurzen Implantaten im Oberkiefer ein Risikofaktor für den Implantatverlust darstellt (Narhi, Hevinga, 2001).

Bei Stegen mit einem runden oder ovalen Profil, wie beim Ackermann- oder beim Dolder-Steg, können Rotationen der Prothese und somit nicht-axiale Kräfte nicht verhindert werden, was das Risiko einer Nicht-Osseointegration der Implantate erhöht (Ledermann, 1979), (Ledermann, 1983), (Frischherz, 1983), (Graber, Besimo, 1991).

Bezüglich der Überlebensrate der Implantate und der Patientenzufriedenheit konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Konzept der Stegrekonstruktion auf zwei Implantaten gegenüber derer auf vier Implantaten nachgewiesen werden (Payne and Solomons, 2000), (Payne and Solomons, 2000), (Visser, Raghoobar, 2005), (Batenburg, Raghoobar, 1998).

Der vergleichsweise geringe Bedarf an prothetischer Nachsorge bei Stegrekonstruktionen wird darauf zurückgeführt, dass Dreh- und Schaukelbewegungen der Prothese im Vergleich mit resilienteren Retentionssystemen aufgrund deren Architektur reduziert werden, wodurch sich Retentionselemente weniger schnell abnutzen und einer verstärkten Kieferkammresorption vorgebeugt wird (Galindo, 2001), (Sadowsky, 1997), (Sadan and Rogers, 1997). *Gatti et al.* empfehlen bei der Beurteilung der gesetzten Implantate folgende Kriterien (Gatti, Haeffliger, 2000):

- 1) Das einzelne, unverblokte Implantat ist klinisch nicht beweglich
- 2) Röntgenologisch lassen sich keine Anzeichen einer periapikalen Aufhellung erkennen
- 3) Der jährliche vertikale Knochenverlust nach dem ersten Jahr in situ beträgt weniger als 0.2 mm
- 4) Das einzelne Implantat ist durch die Absenz von Zeichen und Symptomen wie Schmerz, Neuropathien, Parästhesien oder Verletzungen des Canalis mandibularis gekennzeichnet
- 5) Im Kontext der oben genannten Kriterien wird eine 95% Erfolgsrate erwartet (Albrektsson, Zarb, 1986), (Albrektsson and Sennerby, 1991)

#### 3.1.1.6.3. Kugelanker-Prothesen

In einer die verschiedenen Retentionselemente vergleichenden Arbeit bei Implantat-getragenen Hybridprothesen konnten *Hooghe und Naert* keine Unterschiede feststellen zwischen Kugelanker-getragenen Hybridprothesen (Testgruppe) und Steg-getragenen Hybridprothesen (Kontrollgruppe) bezüglich Implantat-Verlust, marginalem Knochenverlust und subjektiver Zufriedenheit des Patienten bezüglich Stabilität und Retention der Prothese (Hooghe and Naert, 1997). Es konnte jedoch nachgewiesen werden, dass die Nachsorge bei Kugelanker-Retentionselementen mit grösserem Aufwand verbunden ist, als dies bei verblockten Steg-Rekonstruktionen der Fall ist (MacEntee, Walton, 2005), (Payne and Solomons, 2000).

#### 3.1.1.6.4. Magnete als Retentionselemente

In der bereits oben erwähnten, die verschiedenen Retentionselemente vergleichenden Arbeit bei Implantat-getragenen Hybridprothesen konnten *Hooghe und Naert* ebenfalls keine Unterschiede feststellen zwischen Hybridprothesen mit Retentionselementen in Form von Magneten (Testgruppe) und Steg-getragenen Hybridprothesen (Kontrollgruppe) bezüglich Implantat-Verlust, marginalem Knochenverlust und subjektiver Zufriedenheit der Patienten bezüglich Stabilität und Retention der Prothese (Hooghe and Naert, 1997). Magnete können somit als potentiell nützliche Retentionselemente und deren Verwendung als effektive Methode angesehen werden. Vor allem in vertikaler Richtung können sie grosse Retentionskräfte ausüben, während sie nur geringen Widerstand gegenüber lateral einwirkenden Kräften haben. Gerade diese Charakteristik ist dienlich, um potentiell schädigende laterale Kräfte abzuleiten bzw. zu vermeiden. In prothetischer Hinsicht kann eine strikte Parallelität der Abutments vernachlässigt werden, da die Einschubachse der Prothese weniger kritisch ist, wodurch die Verwendung von Magneten als Retentionselemente als generell eher einfache Technik angesehen werden kann (Walmsley and Frame, 1997), (Jackson, 1986), (Laird, Grant, 1981). Die unkomplizierte Insertion der Prothese mit einem einfachen Auffinden der Magnete stellt vor allem für Patienten mit geringer Geschicklichkeit und schlechtem Sehvermögen eine Erleichterung in der Anwendung dar. Ein Hauptproblem bei der Verwendung von Magneten in der rauen oralen Umwelt liegt jedoch in deren geringen Korrosionsbeständigkeit und folglich im fortschreitenden Verlust des Magnetismus, welcher

einen mit der Zeit zunehmenden Retentionsverlust zur Folge hat. Laut *Walmsley und Frame* wird dies bereits nach einem Jahr beobachtet, was eine relativ aufwändige Nachsorge zur Folge hat. In ihrer Studie fordern sie folglich eine intensiviertere Forschung auf diesem Gebiet, mit dem Ziel, das Potenzial der durch Magnete retinierten Hybridprothesen durch anhaltende bzw. korrosionsbeständige Magnete besser ausschöpfen zu können (Walmsley and Frame, 1997).

#### 3.1.1.6.5. Teleskop-Prothesen

Retentionselemente in Form von Teleskopen stellen eine zuverlässige Alternative zu den oben beschriebenen Typen dar. In einer vergleichenden Studie konnten *Eitner et. al.* keine Unterschiede zwischen Teleskop- und Stegrekonstruktionen in Bezug auf die Effektivität der prothetischen Versorgung und deren klinische und radiologische Ergebnisse feststellen. Unabhängig vom Alter und den Putzgewohnheiten der Patienten liegt ein Vorteil gegenüber dem häufig verwendeten Steg in der vereinfachten Hygienezugänglichkeit. Dagegen muss bei Implantat-verankerten Stegrekonstruktionen ein höheres Risiko für Plaqueakkumulation aufgeführt werden, da hier die Gingiva ausgedehnter bedeckt wird. Des Weiteren kann bei der Verwendung von Teleskopen das Gerüst der Hybridprothese graziler gestaltet werden, wodurch der Raum für die Zunge weniger eingeschränkt wird. Ein Vorteil der Teleskop-Rekonstruktionen liegt ausserdem darin, dass diese auf relativ einfache Weise durch das Setzen zusätzlicher Implantate ergänzt werden können (Eitner, Schlegel, 2008).

#### 3.1.1.7. Festsitzende Implantat-Rekonstruktionen

Festsitzende Implantat-getragene Brückenrekonstruktionen des zahnlosen Oberkiefers bestanden ursprünglich aus einem Metallgerüst und einer Kunststoffverblendung. Die Implantate, welche in den Anfängen noch eine glatte Oberfläche aufwiesen, wurden dabei hauptsächlich im anterioren Bereich gesetzt und die prothetische Versorgung mit Extensionen nach distal erweitert (Albrektsson, Branemark, 1981), (Branemark, Adell, 1969), (Branemark, Hansson, 1977). Modernere Behandlungsmodalitäten eröffnen dem implantologisch tätigen Zahnarzt hingegen verschiedene Optionen - sowohl auf der chirurgischen Ebene, als auch in prothetischer und materialtechnischer Hinsicht wie die weiterentwickelten Implantatsysteme

mit einer bearbeiteten bzw. rauen Oberfläche und Gerüste aus Hochleistungskeramik mit keramischer Verblendung (Zitzmann and Marinello, 2000), (van Steenberghe, Glauser, 2005), (Branemark, Engstrand, 1999), (Ganeles, Rosenberg, 2001), (Grunder and Strub, 1990), (Malo, Rangert, 2003), (Mericske-Stern, Taylor, 2000), (Misch and Degidi, 2003), (Schnitman, Wohrle, 1990).

In einer deskriptiven Datenanalyse untersuchten *Lambert et al.* auf Grundlage einer Evidenz-basierten Analyse die langfristigen Erfolgsraten von festsitzenden Implantat-getragenen Brückenrekonstruktionen im zahnlosen Oberkiefer (Lambert, Weber, 2009). Ihre Studie beurteilte dabei insbesondere die Überlebensraten der Implantate in Bezug auf deren Oberflächencharakteristik und deren prothetische Überlegungen, während die Überlebensraten der prothetischen Sanierung hinsichtlich des planungstechnischen Designs, des verwendeten Materials, sowie der Anzahl und Verteilung der Implantate im Kieferkamm bewertet wurden. Die Überlebensraten von Implantaten mit einer rauen Oberfläche waren dabei signifikant höher als bei denjenigen mit einer glatten Oberfläche. Dass eine raue bzw. bearbeitete Implantatoberfläche Einfluss auf den langfristigen Erfolg der Implantate hat, wird auch durch andere Studien bestätigt (Jaffin, Kumar, 2000), (Khang, Feldman, 2001), (von Wowern and Gotfredsen, 2001). Die Autoren empfehlen für den Oberkiefer ausserdem das Setzen von mindestens 6 Implantaten, da bei Verwendung von weniger als 6 Implantaten bereits ein einzelner Implantatverlust den Erfolg der gesamten Rekonstruktion gefährde. In Bezug auf die Verteilung der Implantate konnte die Studie darlegen, dass die Überlebensraten signifikant tiefer waren, wenn nur im anterioren Bereich bis in die Region des ersten Prämolaren implantiert wurde und diese anschliessend mit einer nach distal erweiterten Extensionsbrücke versorgt wurden. Bessere Resultate wurden erreicht, wenn eine anterior-posteriore Verteilung mit einem grösseren Unterstützungspolygon der gesetzten Implantate angestrebt wurde. Auch andere Autoren empfehlen bei der festsitzenden Rekonstruktion des zahnlosen Oberkiefers das Setzen von 8 Implantaten in einer strategisch günstigen Verteilung (Gallucci, Bernard, 2005), (Gallucci, Bernard, 2004). Zusammenfassend kann die festsitzende Implantat-getragene Brückenrekonstruktion mit einer Überlebensrate der Implantate von 94.0% nach einem Jahr und 90.3% nach 10 Jahren und einer Überlebensrate der prothetischen Komponente von 98.2% nach einem Jahr und 92.1% nach 10 Jahren als erfolgreiche Behandlungsoption beschrieben werden (Lambert, Weber, 2009).

Die Vorteile einer festsitzenden Implantat-getragenen Rekonstruktion liegen in Bezug auf die Überlebensraten der Implantate darin, dass diese durch die Suprakonstruktion verblockt

werden, was sie resistenter gegenüber okklusalem Stress macht, insbesondere gegenüber nicht-axialen Kräften. *Collaert und De Bruyn* konnten in ihren Studien bestätigen, dass durch eine Sofortbelastung und die damit verbundene Verblockung der Implantate weniger frühe Implantatverluste auftreten als bei einem chirurgisch einzeitigen Verfahren oder einer Spätbelastung nach Einheilung der Implantate (*Collaert and De Bruyn, 2002*), (*De Bruyn, Van de Velde, 2008*). Dies wird unter anderem ebenfalls darauf zurückgeführt, dass durch eine Verblockung der Implantate ein geringeres Risiko einer Überbelastung der Implantate besteht. Andererseits entfallen bei dieser prothetischen Variante jene Komponenten in Form von Retentionselementen, welche ausgeprägter Abnutzung und erhöhtem Frakturrisiko ausgesetzt sind (*Tinsley, Watson, 2001*). Im zahnlosen Oberkiefer ist die totale Implantat-getragene Brückenrekonstruktion ebenfalls eine voraussagbar zuverlässige Therapieoption. *Fischer et al.* zeigten in diesem Zusammenhang in einer randomisierten, kontrollierten Studie, dass nicht nur bei verzögert-, sondern auch bei sofort belasteten Implantaten zufriedenstellend gute Ergebnisse erreicht werden. Dies wurde auch hier darauf zurückgeführt, dass sich frühzeitiges Verblocken der Implantate mittels des festen Gerüsts der totalen Brückenrekonstruktion vorteilhaft auf die Einheilung der Implantate auswirkt (*Fischer, Stenberg, 2008*). Besser dokumentiert ist diese Behandlungsoption aber im Zusammenhang mit dem zahnlosen Unterkiefer. So konnten *De Bruyn et. al.* in ihrer prospektiven Studie zeigen, dass die totale Implantat-getragene Brückenrekonstruktion im Unterkiefer eine voraussagbare und langfristig sehr zuverlässige Therapieoption darstellt (*De Bruyn, Van de Velde, 2008*), (*Castellon, Blatz, 2004*), (*Chiapasco, 2004*), (*Esposito, Grusovin, 2007*), (*Misch, Hahn, 2004*), (*Ioannidou and Doufexi, 2005*), (*Romanos, Testori, 2005*), (*Attard and Zarb, 2005*), (*Del Fabbro, Testori, 2006*), (*Jokstad and Carr, 2007*). Klinische Studien zeigen ausserdem, dass im zahnlosen Unterkiefer bereits durch das Setzen von nur vier Implantaten eine festsitzende Brückenrekonstruktion befestigt werden kann, wenn diese vier Implantate optimal verteilt sind (*Branemark, Svensson, 1995*). Dies gilt auch für eine Sofort- oder Frühbelastung der Implantate (*Malo, Rangert, 2003*), (*De Bruyn and Collaert, 2002*), (*Engquist, Astrand, 2005*). Die guten Langzeitergebnisse dieser Untersuchungen werden durch zahlreiche Studien anderer Autoren gestützt (*Adell, Eriksson, 1990*), (*Quirynen, Naert, 1992*), (*Branemark, Svensson, 1995*), (*Friberg, Nilson, 1997*), (*Lindquist, Carlsson, 1996*), (*Arvidson, Bystedt, 1998*).

Bezüglich der Nachsorge bzw. des Unterhalts der verschiedenen prothetischen Rekonstruktionen gibt es widersprüchliche Berichte. Während *Hemmings et al.* (*Hemmings,*

Schmitt, 1994) eine höhere Inzidenz von entzündlichen Veränderungen der periimplantären Mukosa und von Komponentenfrakturen in der Gruppe der festsitzend versorgten Patienten feststellten, so fanden sowohl *Jemt et al.* (Jemt, Book, 1992), als auch *Watson & Davies* (Watson and Davis, 1996) mehr Komplikationen in der Gruppe der abnehmbar mit Hybridprothesen versorgten Patienten.

### **3.1.2. Der teilbezahnte Patient**

Während orale Implantate früher vor allem beim zahnlosen Patienten Anwendung fanden, so ist es heute durch die erweiterte Indikationsstellung insbesondere der teilbezahnte Patient, welcher von einer Behandlung mit Implantaten profitiert (Naert, Koutsikakis, 2002), (Naert, Koutsikakis, 2002). Bereits in den Achtzigerjahren des vergangenen Jahrhunderts wurde festgestellt, dass die Anzahl der zahnlosen Patienten stetig abnimmt, wodurch sich das Interesse zunehmend auf die Behandlung teilbezogener Patienten gerichtet hat (Meskin and Brown, 1988), (Weintraub and Burt, 1985). Die guten Erfolgsraten von Implantat-Behandlungen beim zahnlosen Patienten sollten aber nicht einfach auf deren Anwendung beim teilbezahnten Patienten übernommen werden, da zwischen diesen beiden Patienten-Populationen nicht nur in anatomischer Hinsicht, sondern auch auf Ebene der Biomechanik und der Mikrobiologie Unterschiede bestehen (Lekholm, Ericsson, 1986), (Quirynen and Listgarten, 1990), (Jemt and Lekholm, 1993). Auf mikrobiologischer Ebene gilt es beispielsweise zu beachten, dass beim teilbezahnten Patienten die Mikroflora um Implantate vergleichbar mit derer um natürliche Zähne ist (Lekholm, Ericsson, 1986). Des weiteren lässt sich festhalten, dass Patienten, welche vor einer Implantat-Therapie Zahnverlust aufgrund einer Parodontitis zu beklagen hatten, ein erhöhtes Ausmass an marginalem Knochenverlust und ein grösseres Risiko eines Implant-Verlusts aufweisen (Hardt, Grondahl, 2002), (Karoussis, Salvi, 2003).

*Lekholm et al.* untersuchten in einer Studie über die festsitzende Implantat-getragene Brücke beim teilbezahnten Patienten die Überlebensraten der Implantate über einen Zeitraum von zwei Jahrzehnten, wobei Sie eine kumulative Überlebensrate von 91% nach 20 Jahren ermittelten (Lekholm, Gunne, 1999). Positive Langzeitergebnisse von festsitzenden

Implantat-getragenen Brücken werden auch von anderen Autoren bestätigt (Romeo, Chiapasco, 2002), (Pjetursson, Tan, 2004).

Trotz der hohen Überlebensraten von festsitzenden Implantat-getragenen Brücken sind technische und biologische Komplikationen relativ häufig, was sich in einem erhöhten Aufwand bezüglich der prothetischen Nachsorge niederschlägt (Pjetursson, Tan, 2004).

### **3.1.3. Radiologische Aspekte**

Messungen des marginalen Knochenverlusts bei Implantaten gelten als geeignetes Hilfsmittel zur Beurteilung des klinischen Erfolgs von dentalen Implantaten, da ein fortschreitender Knochenverlust zu einem Implantat-Verlust bzw. Implantat-Misserfolg führen kann (Fischer, Stenberg, 2008). In diesem Zusammenhang wurden bereits mehrfach Erfolgskriterien definiert, um den messbaren marginalen Knochenverlust in einen Kontext mit der Bestimmung der Erfolgsraten von Implantaten zu stellen (Albrektsson, Zarb, 1986), (Albrektsson and Zarb, 1993), (Roos, Sennerby, 1997). Konkret heisst es dabei unter anderem, dass ein marginaler Knochenverlust von  $<1.0$  mm im ersten Jahr und von  $<0.2$  mm pro folgendem Jahr als biologisch stabile Situation angesehen werden kann. *Stephan et. al.* konnten in einer Studie ausserdem zeigen, dass zwischen sofort und verzögert belasteten Implantaten im zahnlosen Unterkiefer keine signifikanten Unterschiede im Grad der Knochenresorption feststellbar sind (Stephan, Vidot, 2007), während *Fischer* dieselbe Übereinstimmung für den zahnlosen Oberkiefer beschreibt (Fischer, Stenberg, 2008). In der Literatur finden sich in diesem Zusammenhang diverse Studien, welche in Abhängigkeit von einem 1- oder 2-phasigen Behandlungsprotokolls sowohl Unterschiede als auch eine Übereinstimmung in den Mustern der marginalen Knochenresorption finden. Während einige Autoren beim 1-phasigen Behandlungsprotokoll eine geringere Knochenresorption im ersten Jahr nach Implantation beschreiben (Roynesdal, Amundrud, 2001), so konnten andere Autoren beim Vergleich von 1- und 2-phasigem Behandlungsprotokoll keine Unterschiede der marginalen Knochenresorption feststellen (Chiapasco, Abati, 2001), (Chiapasco, Gatti, 1997), (Chiapasco, 2004), (Gatti and Chiapasco, 2002), (Gatti, Haefliger, 2000), (Romeo, Chiapasco, 2002).



Für die Messung des marginalen Knochenverlusts wird von *Stephan* die Anfertigung von Orthopantomogrammen gegenüber Einzelzahnrontgenbildern bevorzugt, da die Aufnahme letzterer insbesondere beim stark atrophierten Kieferkamm Schwierigkeiten bereiten kann (Stephan, Vidot, 2007). Bezüglich der Genauigkeit der Messungen des marginalen Knochens muss beachtet werden, dass bereits geringe Abweichungen von einer strikten Parallelität zwischen Implantat-Achse und der Filmebene die Messungen beeinträchtigen können (Hollender and Rockler, 1980), (Sewerin, 1990). Auch andere Autoren geben der Untersuchung mittels Orthopantomogramm den Vorzug, obwohl deren Methodik etwas unpräzise ist, da das Anfertigen von intraoralen Röntgenbildern vor allem beim zahnlosen Patienten und ausgeprägter Kieferkammatrophy aufgrund der sehr oberflächlich inserierenden Mundbodenmuskulatur wenig praktikabel und oft mit Beschwerden für die Patienten verbunden ist (Gatti, Haeffliger, 2000), (Albrektsson, Zarb, 1986), (Behneke, Behneke, 2002), (Johns, Jemt, 1992).

Als Referenzpunkt für die Messung wird häufig der Übergang vom Implantat zum Abutment gewählt (Naert, Gizani, 1998), (Quirynen, Naert, 1992).

## **3.2. Implantate beim Tumorpatienten**

### **3.2.1. Einleitung und Grundlagen**

In Bezug auf die Behandlung von Tumorpatienten müssen zwei Aspekte berücksichtigt werden; der Effekt der Krankheit und der Effekt deren Behandlung auf die betroffenen Gewebe und das Implantatbett. Ein Tumor kann ausserdem bereits vor einer allfälligen Implantation behandelt werden oder bei Patienten notwendig werden, welche bereits mit Implantaten versorgt wurden. Des Weiteren können dentale Implantate in diesem Zusammenhang einerseits im ortständigen Kieferknochen oder andererseits in Knochentransplantaten eingesetzt werden. Aufgrund der Heterogenität der Tumor-Erkrankungen im Kiefer- und Gesichtsbereich können verschiedene Behandlungsoptionen wie die Strahlentherapie, Chemotherapie oder die chirurgische Entfernung des maligne entarteten Gewebes für sich alleine oder auch kombiniert angewendet notwendig werden.

Die Resektion des Unterkiefers im Zusammenhang mit der Entfernung eines Tumors kann bei den betroffenen Patienten zu erheblichen Missbildungen des Gesichts, funktionellen Behinderungen und auch zu psychischen Problemen führen. Ein Kontinuitätsverlust des Unterkiefers, sowie eine beeinträchtigte sensorische und motorische Kontrolle der Zunge können ausserdem zu einer Abweichung des Unterkiefers und damit zu Problemen beim Sprechen und Schlucken führen (Curtis and Cantor, 1974), (Teoh, Huryn, 2005). Die funktionelle und kosmetische Wiederherstellung der betroffenen Patienten ist deshalb von grosser Wichtigkeit. Die grosse Herausforderung stellt dabei die Wiederherstellung der Knochenkontinuität, die Bereitstellung eines adäquaten Knochenvolumen und die Wiederherstellung der Weichgewebkontur sowie der Kaufunktion dar (Smith RA, 1993). Dabei muss festgehalten werden, dass das verbliebene Gewebe als Resultat der Tumor-Resektion und einer allenfalls durchgeführten Strahlentherapie aufgrund der verschlechterten Durchblutung des betroffenen Gebiets und des erheblichen Verlusts an Weichgewebe oftmals keine optimale Umgebung für das Einbringen eines Transplantats ist. Aus diesem Grund stellen mikrovaskulär-anastomosierte Knochentransplantate mit einem Weichgewebelappen eine hervorragende Behandlungsalternative dar. Verschiedene Spenderstellen wurden dabei zur Gewinnung eines Transplantats für die Rekonstruktion des Unterkiefers benutzt, u.a. die Fibula, der Beckenkamm, das Schulterblatt oder der radiale Unterarmknochen (Urken, Vickery, 1989), (Urken, Weinberg, 1991), (Urken, 1991), (Riediger, 1988), (Haughey, Fredrickson, 1994), (Swartz, Banis, 1986), (Hidalgo and Rekow, 1995), (Davidson, Boyd, 1991), wobei sich Fibula und Beckenkamm als überlegen erwiesen (Moscoso, Keller, 1994). Nicht-vaskularisierte Beckenkamm-Transplantate wurden weitläufig und umfassend mit einer in den meisten Fällen akzeptablen Morbidität für die Unterkiefer-Rekonstruktion verwendet, da sie hierbei ein gutes Knochenvolumen für das Setzen von Implantaten und eine zufriedenstellende Kontur bereitstellten (Pogrel, Podlesh, 1997). Bereits in frühen Untersuchungen wurde festgestellt, dass die nicht-vaskularisierten Beckenkamm-Transplantate bei Patienten mit weniger ausgedehnten Resektionsstellen erfolgreich zur Rekonstruktion eingesetzt werden können. Die Vorteile von vaskularisierten Transplantaten liegen dagegen vor allem in den erhöhten Überlebensraten und im besseren Einheilen in schlecht durchbluteten Empfängerstellen, sowie im geringeren Resorptions- und Infektions-Risiko (Serafin, Riefkohl, 1980).

Im Fall des zu rekonstruierenden Unterkiefers gilt der vaskularisierte Fibula-Lappen meist als Spenderorgan der Wahl (Choung, Nam, 1991), (Lyberg and Olstad, 1991), (Posnick, Wells, 1993). Für beide Spenderorgane existieren jedoch Vor- und Nachteile; Während der

Beckenkamm eine grössere Knochenmenge bereitstellt, die in Höhe und Breite dem ursprünglichen Unterkiefer ähnelt, liegen die Nachteile bei Beckenkamm-Transplantaten in deren erhöhter Morbidität und in der ausgeprägten Resorption des Transplantats, einschliesslich der erhöhten postoperativen Schmerzen der Spenderstelle. Die Vorteile des freien Fibula-Transplantats liegen dagegen in der geringeren Morbidität, der geringeren postoperativen Resorption und in der ausgedehnten Länge des Transplantats, welches sich hervorragend zur Rekonstruktion der länglichen Mandibula eignet. Die effektive Knochenmenge hingegen ist bescheidener und führt zu gewissen Einschränkungen bei der Implantation bezüglich Länge und Durchmesser der Implantate (Hidalgo, 1989), (Hidalgo and Rekow, 1995), (McGhee, Stern, 1997). Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich das vaskularisierte Fibula-Transplantat in vielen Untersuchungen als ausserordentlich geeignet für die Aufnahme dentaler Implantate erwiesen hat (Sclaroff, Haughey, 1994), (Haughey, Fredrickson, 1994), (Barber, Seckinger, 1995), (Zlotolow, Huryn, 1992).

Die Einführung dieser mikrovaskulären freien Gewebetransplantate eröffnete dabei neue Möglichkeiten, auch grössere und komplexere Gewebedefekte zu rekonstruieren. Die darauf folgende prothetische Sanierung der Patienten mit Total- oder Teilprothesen gestaltete sich jedoch oftmals als schwierig oder gar unmöglich aufgrund einer mangelnder Stabilität dieser Prothesen in der postoperativ beeinträchtigten Umgebung (Beumer J, Curtis T, Firtell D., 1979), (Aramany M, Myers EN., 1974). Das gleichzeitig mit der chirurgischen Rekonstruktion oder verzögert durchgeführte Setzen von Implantaten in den neu geschaffenen Unterkiefer erlaubt hingegen die Herstellung von stabileren Prothesen mit grösserer Retention. In verschiedenen Studien konnte dieses Verfahren als voraussagbar und erfolgreich dokumentiert werden (Schmelzeisen, Hausamen, 1990), (Zlotolow, Huryn, 1992), (McGhee, Stern, 1997), (Foster, Anthony, 1999).

In diesem Zusammenhang müssen aber auch die kompromittierenden Folgen der Strahlentherapie auf die betroffenen Gewebe Beachtung finden, so die verletzliche und empfindliche Mundschleimhaut und die anhaltende Xerostomie, welche eine konventionelle prothetische Sanierung schwierig oder bei manchen Patienten gar unmöglich machen. Der Einsatz von dentalen Implantaten ist auch deshalb von grossem Wert, weil er die Schleimhäute entlastet (Andersson, Andreasson, 1998). Anlass zu Diskussionen gibt hingegen die Frage, ob eine vorgängige Strahlentherapie die Langzeitresultate von Implantat-Rekonstruktionen negativ beeinflussen kann.

### **3.2.2. Hyperbare Sauerstofftherapie**

Als bekannte Komplikationen bei Implantatbehandlungen beim bestrahlten Patienten gelten die Osteoradionekrose sowie der Implantatverlust. Diese sind die Folge von Störungen der mikrovaskulären Strukturen und des Bindegewebes (Taylor and Worthington, 1993). Die Indikationen für das Setzen von Implantaten beim bestrahlten Patienten sind deshalb noch umstritten. Während einige Autoren Implantatbehandlungen beim bestrahlten Patienten für kontraindiziert halten (Kluth, Jain, 1988), empfehlen andere, dass eine vorgängig vor der Implantation durchgeführte hyperbare Sauerstofftherapie das Risiko eines erwarteten Implantatverlusts minimieren soll (Ueda, Kaneda, 1993), (Franzen, Rosenquist, 1995). Dies deshalb, weil auch die Osteoradionekrose bekannterweise erfolgreich mit hyperbarer Sauerstofftherapie behandelt werden kann, da dieser eine Stimulation der Blutgefäß-Proliferation sowie eine Erhöhung des vaskulären Sauerstoff-Partialdruck zugeschrieben wird (Marx and Ames, 1982), (Marx, 1983). *Larsen et al.* erkannten in diesem Zusammenhang histologisch eine bessere Osseointegration der Implantate und eine bessere Wundheilung bei Anwendung der hyperbaren Sauerstofftherapie (Larsen, Stronczek, 1993). Andererseits konnte in diversen Studien bestätigt werden, dass auch ohne eine flankierende hyperbare Sauerstofftherapie voraussagbar und erfolgreich Implantatbehandlungen bei Patienten mit bestrahltem Knochengewebe durchgeführt werden können (Albrektsson, 1988), (Larsen, Stronczek, 1993), (Watzinger, Ewers, 1996), (Weischer, Schettler, 1996), (McGhee, Stern, 1997), (Esser and Wagner, 1997), (Franzen, Rosenquist, 1995), (Niimi, Fujimoto, 1997), (Niimi, Ueda, 1998). Dass es sich hierbei um ein kontroverses Thema handelt, unterstreicht auch die Tatsache, dass in einer systematischen Literaturübersicht aus dem Jahr 2003, in welcher die Effekte der hyperbaren Sauerstofftherapie untersucht wurden, keine klinische Evidenz gefunden werden konnte, welche eine Effektivität dieser Massnahme untermauern könnte (Coulthard, Esposito, 2003).

### **3.2.3. Implantate beim bestrahlten Patienten**

Während Untersuchungen einiger Autoren auf diesem Gebiet aufzeigen konnten, dass die Erfolgsrate von Implantaten im bestrahlten Knochen vergleichbar mit derjenigen im nicht bestrahlten Knochen ist (Weischer, Schettler, 1996) und die Bestrahlung an sich eine Implantation nicht zwangsläufig beeinflussen muss (Weischer and Mohr, 1999), konnten

Studien anderer Autoren diese positiven Ergebnisse nicht bestätigen. In einer retrospektiven Studie von *Theo et al.* fanden sich bedeutend schlechtere Überlebensraten bei Implantaten, welche im vorgängig bestrahlten Kiefer gesetzt wurden (Teoh, Huryn, 2005). Diese kritischere Ansicht bestätigen auch die Untersuchungen von anderen Autoren (Granstrom, Tjellstrom, 1993), (Goto, Jin-Nouchi, 2002). Erklärt wird dies mit den Effekten der Radiotherapie auf den Knochen, wobei die Bestrahlung zu Veränderungen der Blutgefäße führe, dadurch Ischämien verursache und die extravaskuläre Zellaktivität herabsetze. Ebenso verändere sich die Aktivität von Osteoblasten und Osteoklasten, was die Fähigkeit des Knochens, sich reparativen und remodellierenden Prozessen zu unterziehen, beeinträchtige (Baker, 1982). *Weischer et al.* vertreten hingegen die Meinung, dass eine vorgängige Strahlentherapie keine Kontraindikation für eine Implantation darstellt (Weischer, Schettler, 1996) und auch *McGhee et al.* kamen in ihren Untersuchungen zum Schluss, dass Implantate mit einer hohen Erfolgsrate in die bestrahlte Mandibula gesetzt werden können (McGhee, Stern, 1997).

#### **3.2.4. Implantations-Zeitpunkt beim bestrahlten Patienten**

In diesem Zusammenhang beschäftigen sich weitere Untersuchungen mit der Frage, zu welchem Zeitpunkt bei Radiotherapie-Patienten implantiert werden soll. Es gibt diesbezüglich Berichte über die erfolgreich primär bzw. im gleichen Eingriff mit der ablativen Chirurgie durchgeführte Implantation (Sclaroff, Haughey, 1994). Nichtsdestotrotz zeigte sich in Tierstudien, dass primär- bzw. gleichzeitig gesetzte Implantate in vaskularisierten Knochen-Transplantaten schlechtere Erfolgsraten bezüglich der Osseointegration hatten als Implantate in nicht-transplantierten Kontroll-Stellen (Shirota, Schmelzeisen, 1994). Demgegenüber untersuchten andere Autoren Implantate, welche erst nach der Strahlentherapie und nach einer hyperbaren Sauerstoff-Therapie gesetzt wurden und stellten dabei fest, dass die Erfolgsrate von Implantaten im bestrahlten Knochen mit zunehmendem zeitlichem Abstand zur Bestrahlung zunimmt (Barber, Seckinger, 1995). *Jacobsson* berichtet in diesem Zusammenhang von einer verbesserten Knochenheilung ein Jahr nach Bestrahlung. Es wird festgehalten, dass die regenerative Kapazität des Knochens in den ersten 12 Monaten nach einer Strahlentherapie bedeutend reduziert ist und die Knochenneubildung um Implantate in dieser Zeit erheblich vermindert ist. In Folge dessen wird empfohlen, ein primäres Setzen der Implantate nur dann durchzuführen, wenn eine allfällige Strahlentherapie mindestens 12

Monate zurückliegt (Urken, Buchbinder, 1989), (McGhee, Stern, 1997). Ein primäres Setzen der Implantate mit einer 4 ó 6 Wochen postoperativ durchgeführten Strahlentherapie wurde dagegen ebenfalls als erfolgreiche Behandlungsmodalität veranschaulicht (Sclaroff, Haughey, 1994). *Andersson et al.* bestätigen mit ihren Untersuchungen die Annahme, dass beim bestrahlten Patienten auch ohne hyperbare Sauerstofftherapie voraussagbar und erfolgreich implantiert werden kann, wenn nach der Radiotherapie eine 12-monatige Wartefrist eingehalten wird und die Freilegung der Implantate bzw. die Distanz-OP nach 3 Monaten im Unterkiefer bzw. nach 6 Monaten im Oberkiefer erfolgt (Andersson, Andreasson, 1998).

### **3.2.5. Implantate in freien Gewebetransplantaten**

*Theo et al.* kamen in ihren Untersuchungen zum Schluss, dass Implantate auch im rekonstruierten Unterkiefer mit guten Langzeitergebnissen gesetzt werden können (Teoh, Huryn, 2005). Diese positiven Resultate werden auch durch andere Autoren bestätigt (Roumanas, Markowitz, 1997), (Gurlek, Miller, 1998). *McGhee et al.* beschreiben die Implantation in Gewebetransplantate ebenfalls als erfolgreiche Behandlungsmodalität, selbst wenn das Transplantat einer Strahlentherapie unterzogen wurde (McGhee, Stern, 1997). Noch nicht vollständig geklärt ist die Frage, ob die Implantation gleichzeitig mit der Rekonstruktion des Unterkiefers oder separat zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden soll. Die Vorteile eines einzeitigen Verfahrens liegen darin, dass kein zweiter chirurgischer Eingriff notwendig wird und allfällige Probleme vermieden werden können, welche mit dem Implantieren im bestrahlten Kiefer assoziiert werden (Sclaroff, Haughey, 1994), (Urken, Buchbinder, 1998). Beim zweizeitigen Verfahren werden die Implantate dagegen erst nach einer Wartefrist von 4 ó 6 Monaten eingesetzt. Diese Wartefrist erlaubt eine vollständige Einheilung des Transplantats, was das chirurgische Einbringen der Implantate an der richtigen Position und in optimaler Achsenneigung erleichtert (Roumanas, Markowitz, 1997), (Gurlek, Miller, 1998), (Teoh, Huryn, 2005).

### **3.2.6. Beurteilungskriterien für Implantate beim bestrahlten Patienten**

*Weischer et al.* empfehlen für die Beurteilung von Implantaten beim bestrahlten Patienten spezifische Kriterien, welche sowohl den beeinträchtigten anatomischen Zustand, als auch die

speziellen Ansprüche an dentale Implantate beim Tumorpatienten berücksichtigen (Weischer and Mohr, 1999);

- 1) Beweglichkeit: Periotest an einem einzelnen, nicht verblockten Implantat:  $<10$
- 2) Position: Das Implantat ist aus prothetischer Sicht zufriedenstellend. Eine ausreichende Mundhygiene ist möglich. Keine durch das Implantat verursachten Traumen der peroralen Weichgewebe. Das Implantat erlaubt ein Einbringen der Prothese mit ausreichender Stabilität, Okklusion, Phonetik, Mastikation und ästhetisch ausreichender Unterstützung der peroralen Weichgewebe
- 3) Jährliche Röntgenkontrolle: Keine periapikalen Aufhellungen. Vertikaler Knochenverlust zwischen zwei Recall-Untersuchungen  $<4\text{mm}$ . Mehr als ein Drittel der Implantatlänge ist osseointegriert
- 4) Weitere Anforderungen: kein Schmerz, keine anhaltenden Infektionen, keine Neuropathien, Parästhesien oder Nervenläsionen; keine durch die Prothese verursachten Läsionen beim bestrahlten Patienten; und Zufriedenheit des Patienten mit der funktionellen und ästhetischen Rekonstruktion

### **3.2.7. Prothetische Überlegungen beim bestrahlten Patienten**

Aufgrund der beim bestrahlten Patienten leicht verletzlichen Mundschleimhaut muss festgehalten werden, dass im Unterkiefer eine Implantat-getragene Prothese deutliche Vorteile gegenüber einer konventionellen Schleimhaut-getragenen Prothese aufweist (Komisar, 1990). Gegenwärtige Erfahrungen zeigen ausserdem, dass sowohl die rein Implantat-getragene, als auch die gemischt Implantat-Schleimhaut-getragene Prothese eine funktionell und ästhetisch befriedigende Rekonstruktion ermöglichen. *Weischer et al.* weisen allerdings darauf hin, dass sich Schleimhaut-Läsionen beim bestrahlten Patienten nur mit rein Implantat-getragenen Prothesen vermeiden lassen, da gemischt Implantat-Schleimhaut-getragene Prothesen Druckstellen verursachen und deshalb nur in begrenztem Masse empfohlen werden können (Weischer and Mohr, 1999). Durch diese Druckstellen und die ständige Reibung einer Schleimhaut-getragenen Prothese kann es ausserdem zu Verletzungen der Mundschleimhaut kommen, welche das Risiko einer Osteoradionekrose erhöhen (Daly, Drane, 1972).

## **4. Material und Methode**

### **4.1 Material**

Im Zeitraum von Dezember 2004 bis Juli 2007 wurden 28 Patienten des Universitätsspitals Zürich mit insgesamt 141 Implantaten des damals verfügbaren Neoss Implantate-Systems versorgt. Bei der Berechnung und Analyse der Überlebensraten der genannten Implantate betrug die mittlere Beobachtungszeit 50.6 Monate, bei einem Minimum von 1.5 Monaten und einem Maximum von 70.8 Monaten. Das mittlere Patientenalter zum Zeitpunkt der Implantation betrug 52.8 Jahre, bei einer Bandbreite des Patientenalters von 23.4 Jahren bis 88.2 Jahren.

Patienten, welche im betrachteten Zeitraum mit Implantaten anderer Hersteller versorgt wurden, finden in den Untersuchungen und Auswertungen der vorliegenden Arbeit keine Berücksichtigung. Bei 15 der oben genannten Patienten handelt es sich um Frauen, bei deren 13 um Männer. Von den gesamthaft 141 Implantaten wurden 43 im Oberkiefer und 98 im Unterkiefer eingesetzt.

### **4.2 Methode**

#### **4.2.1 Die Literaturrecherche**

Die elektronische Suchaktion in der Pubmed-Datenbank wurde durch Handsuchaktionen der Literatur ergänzt, um prospektive und retrospektive Studien, sowie systematische Übersichtsarbeiten über das klinische Kurzzeitverhalten und das klinische Langzeitverhalten von festsitzend-verschraubten Implantatrekonstruktionen bei Tumorpatienten und bei gesunden Patienten zu identifizieren, um anhand dieser Daten eine Literaturübersicht des Themas zusammenzustellen.



#### **4.2.2 Das chirurgische Verfahren beim Setzen der Implantate**

Die Patienten des Universitätsspitals Zürich wurden gemäss dem internen Standardprotokoll behandelt. Beim zweiphasigen Verfahren, welches in der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität Zürich bevorzugt zur Anwendung kommt, wird gedeckt, d.h. von Schleimhaut bedeckt, implantiert. Nach der Einheilzeit wird in einer zweiten Operation die Schleimhaut über dem Implantat entfernt, damit die prothetische Versorgung durchgeführt werden kann. Die Vorteile dieses Verfahren liegen in der völlig ungestörten Wundheilung und Einheilung des Implantates. Der Nachteil besteht im zweiten operativen Eingriff, der dem Patienten zugemutet werden muss.

Im Gegensatz zur §Sofortimplantationö, bei der die Implantation unmittelbar nach der Extraktion des Zahnes in die leere Alveole erfolgt, oder der §verzögerten Sofortimplantationö, bei welcher diese nach 6 - 8 Wochen vorgenommen wird, erfolgte die Implantation bei den oben beschriebenen Patienten als sogenannte §Spätimplantationö nach 6 Monaten.

Bei denjenigen Patienten, die zusätzlich zur Rekonstruktion mittels Knochentransplantaten einer Strahlentherapie unterzogen werden mussten, wurden die Implantate erst nach einem Jahr inseriert. Die Freilegung der Implantate nach dem Abwarten der Osseointegration, die sogenannte §abutment connectionö, erfolgte bei diesen Patienten als Standard nach 4 Monaten bei den im Unterkiefer eingesetzten Implantaten und nach 6 Monaten bei den im Oberkiefer inserierten Implantaten.

#### **4.2.3 Die prothetische Versorgung der Patienten**

Bei der prothetischen Versorgung der Tumorpatienten kam im Gegensatz zu den gesunden Patienten eine Kombination von zahntechnischen Materialien aus den Bereichen der abnehmbaren und der festsitzend-verschraubten Prothetik zur Anwendung. Dadurch konnten die Vorteile der Werkstoffe beider Gebiete für eine möglichst optimale Therapie genutzt werden. Das Gerüst der Rekonstruktionen wurde aus Stellite hergestellt, da diese Cobalt-Chrom-Legierungen über ein circa zwei Mal höheres Elastizitäts-Modul und somit über eine erhöhte Festigkeit verfügen. Zur Anfertigung der §weissen-ö und der §rosa Ästhetikö wurde Acryl-Kunststoff verwendet und nur in Ausnahmefällen auf Keramik zurückgegriffen. Diese insgesamt sehr stabile Rekonstruktion wirkt zusätzlich zur eigentlichen Funktion auch als

sogenannter „Fixateur externe“, d.h. chirurgische Kieferaufbauten werden durch die Brückenprothetische Rekonstruktion stabilisiert.

Die Verflechtung der Implantologie mit den Behandlungsstrategien und Therapie-Möglichkeiten der festsitzenden Prothetik, sowie der Materialkunde der abnehmbaren Prothetik führt hier schlussendlich zu variantenreichen Therapie-Optionen, wodurch die Lebensqualität der betroffenen Patienten durch die Wiederherstellung von Form und Funktion des Kauapparates wieder verbessert werden kann.

#### **4.2.4 Die statische Auswertung der Daten**

Die statistischen Auswertungen der Resultate wurden mit Hilfe der SPSS-Software Version 20.0 anhand der Kaplan-Meier-Analyse vorgenommen. Dazu wurde die deskriptive Statistik durchgeführt, wobei das Signifikanz-Niveau auf  $\alpha = 5\%$  gesetzt wurde. Zur Untersuchung der kumulativen Überlebensraten der Implantate, wurden die Patienten der kieferchirurgischen Klinik des Universitätsspitals Zürich in insgesamt vier Gruppen eingeteilt.

##### Gruppeneinteilung zur Beurteilung der Neoss-Implantate:

- 1) Implantate im *nicht bestrahlten* ortsständigen Kieferknochen  
(13 Patienten mit 49 Implantaten; 35%)
- 2) Implantate im *bestrahlten* ortsständigen Kieferknochen  
(10 Patienten mit 48 Implantaten; 34%)
- 3) Implantate in *nicht bestrahlten* Knochentransplantaten  
(5 Patienten mit 28 Implantaten; 20%)
- 4) Implantate in *bestrahlten* Knochentransplantaten  
(4 Patienten mit 16 Implantaten; 11%)

<u>Gruppe:</u>	<u>Häufigkeit<sup>1</sup></u> (Anzahl Implantate)	<u>Prozent<sup>2</sup></u> (%)
Gruppe 1	49	34,8
Gruppe 2	48	34,0
Gruppe 3	28	19,9
Gruppe 4	16	11,3
<b>Gesamt</b>	<b>141</b>	<b>100,0</b>

Spenderorgane für die bei den Tumorpatienten verwendeten autologen Transplantate:

<u>Transplantat:</u>	<u>Gruppe 3</u> 5 Patienten	<u>Gruppe 4</u> 4 Patienten
1) Mikrovask.-anastom. Fibulaflap	2	2
2) Mikrovask.-anastom. Skapulaflap	0	1
3) Beckenkamm mit Zügelungslappen	1	0
4) Beckenkamm	2	1

Aufgrund der sehr geringen Patientenzahlen der Gruppen 3 und 4 wurde bei der statistischen Analyse der kumulativen Überlebensraten der dabei eingesetzten Implantate auf eine Unterscheidung hinsichtlich der Spenderstelle des dabei verwendeten Transplantats verzichtet.

---

<sup>1</sup> Absoluter Häufigkeitswert (Anzahl Implantate pro Gruppe)

<sup>2</sup> Relativer Häufigkeitswert bzw. Häufigkeitswert in Prozent (prozentualer Anteil der jeweiligen Anzahl Implantate pro Gruppe zur Gesamtzahl aller untersuchten Implantate)

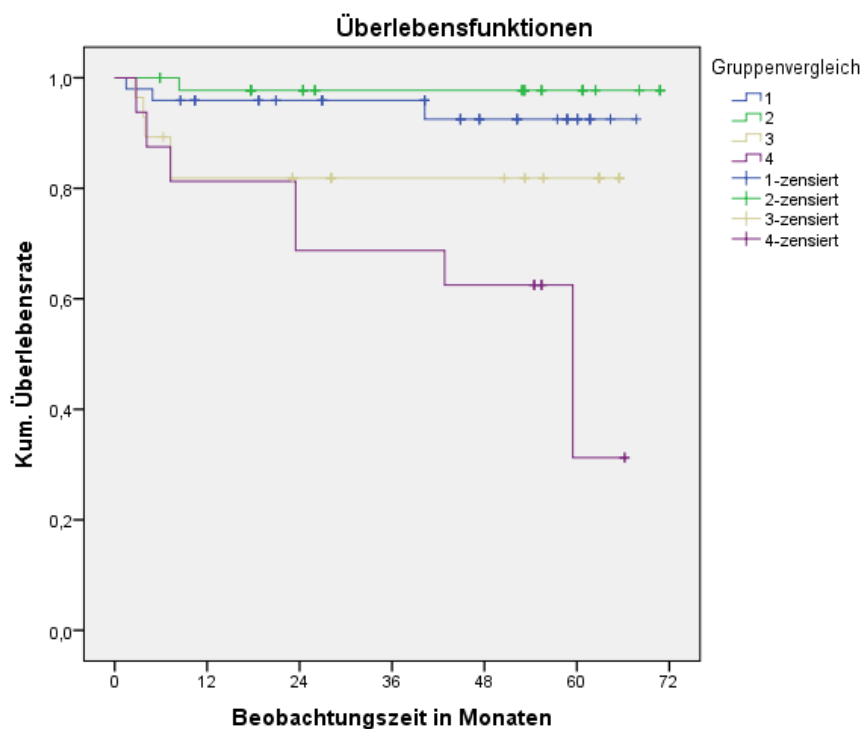
## 5. Resultate

### 5.1 Überlebensraten der Neoss-Implantate

#### 5.1.1 Überlebensraten der Implantate im Vergleich der vier Gruppen

**Zusammenfassung der Fallverarbeitung**

Gruppen	Gesamtzahl (= Anzahl Implantate)	Anzahl der Ereignisse (= Implantatverluste)	Zensiert	
			N	Prozent
1. Implantate im <u>nicht</u> bestrahlten ortsständigen Kieferknochen	49	3	46	<b>93,9%</b>
2. Implantate im <u>bestrahlten</u> ortsständigen Kieferknochen	48	1	47	<b>97,9%</b>
3. Implantate in <u>nicht</u> bestrahlten Knochentransplantaten	28	5	23	<b>82,1%</b>
4. Implantate in <u>bestrahlten</u> Knochentransplantaten	16	8	8	<b>50,0%</b>



Bei den Implantaten, welche im ortständigen Kieferknochen eingesetzt wurden, errechnete sich eine kumulative Überlebensrate von 93.9% bei den nicht-bestrahlten Patienten (Gruppe 1), sowie eine kumulative Überlebensrate von 97.9% bei den bestrahlten Patienten (Gruppe 2). Der Unterschied der Resultate dieser beiden Gruppen ist jedoch statistisch nicht signifikant.

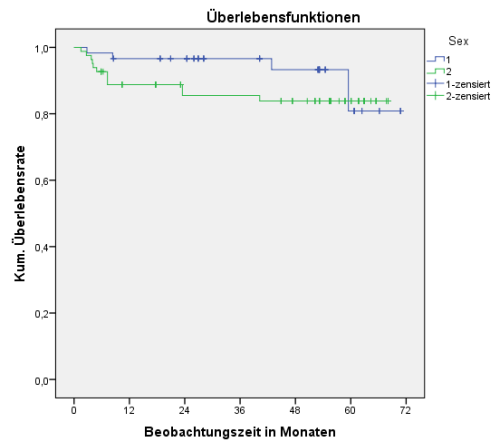
Bei den Implantaten, welche in Knochentransplantaten eingesetzt wurden, errechnete sich eine kumulative Überlebensrate von 82.1% bei den nicht-bestrahlten Patienten (Gruppe 3), sowie eine kumulative Überlebensrate von 50.0% bei den bestrahlten Patienten (Gruppe 4). Der Unterschied der Resultate dieser beiden Gruppen ist statistisch nicht signifikant, wenn auch äusserst knapp.

Im Vergleich der Gruppe 1 mit der Gruppe 2 und der Gruppe 3 kann festgehalten werden, dass die Unterschiede in den Resultaten bzw. in den kumulativen Überlebensraten der Implantate als statistisch nicht signifikant gewertet werden müssen. Es findet sich jedoch ein statistisch signifikanter Unterschied, wenn die Resultate der Gruppen 2 und 3 isoliert miteinander verglichen werden und der Vergleich der Gruppen 1 und 2 mit der Gruppe 4 kann als statistisch hoch signifikant gewertet werden (siehe Anhang).

### 5.1.2 Überlebensraten der Implantate in Bezug auf das Geschlecht der Patienten

Es kann ausserdem konstatiert werden, dass bei den Resultaten keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden, wenn die kumulativen Überlebensraten der Implantate hinsichtlich des Geschlechts der Patienten (1 = männlich, 2 = weiblich) untersucht bzw. verglichen werden. Von den gesamthaft 141 Implantaten wurden deren 59 bei männlichen Patienten eingesetzt mit einer Überlebensrate von 91.5%. Bei den weiblichen Patienten wurden 82 Implantate eingesetzt mit einer Überlebensrate von 85.4%.

Zusammenfassung der Fallverarbeitung				
Geschlecht	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse	Zensiert	
			N	Prozent
<b>1 = männlich</b>	59	5	54	<b>91,5%</b>
<b>2 = weiblich</b>	82	12	70	<b>85,4%</b>
<b>Gesamt</b>	141	17	124	<b>87,9%</b>

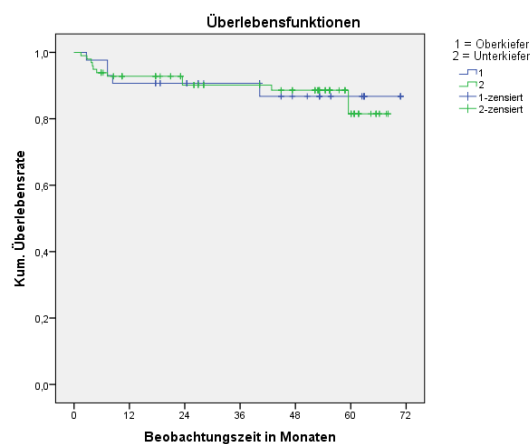


### 5.1.3 Überlebensraten der Implantate in Bezug auf den Implantationsort

Dasselbe gilt, wenn die uns vorliegenden Resultate hinsichtlich des Implantationsortes untersucht werden. Von den insgesamt 141 Implantaten wurden 43 im Oberkiefer eingesetzt mit einer Überlebensrate von 88.4%, während im Unterkiefer 98 Implantate mit einer Überlebensrate von 87.8% inseriert wurden. Auch hier konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede im Vergleich von Implantaten, welche im Oberkiefer eingesetzt wurden, mit den im Unterkiefer inserierten Implantaten festgestellt werden.

**Zusammenfassung der Fallverarbeitung**

Implantationsort	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse	Zensiert	
			N	Prozent
<b>1 = Oberkiefer</b>	43	5	38	<b>88,4%</b>
<b>2 = Unterkiefer</b>	98	12	86	<b>87,8%</b>
<b>Gesamt</b>	141	17	124	<b>87,9%</b>



## 5.2 Überlebensraten der Implantate in wissenschaftlichen Publikationen

Die Überlebensraten von dentalen Implantaten wurden bereits von unzähligen Autoren in einer Vielzahl von wissenschaftlichen Studien dokumentiert. Um die von uns untersuchten und statistisch ausgewerteten Resultate mit den Resultaten aus der Literatur vergleichen zu können, werden exemplarisch drei Studien zusammengefasst, die in ihren Untersuchungen auf dieselben Problemstellungen eingehen, mit denen wir uns in der vorliegenden Arbeit beschäftigen.

*Yerit et al.* untersuchten in einer Studie die Überlebensraten von dentalen Implantaten bei Tumor-Patienten, die nach Strahlentherapie oder ablativer Chirurgie im Unterkiefer eingesetzt wurden (Yerit, Posch, 2006). Zwischen 1990 und 2003 wurden hierzu 316 Implantate bei 71 Patienten eingesetzt. Es handelte sich dabei um 15 Frauen und 56 Männer mit einem mittleren Alter von 57.8 Jahren. Von den 316 Implantaten wurden 84 im nicht-bestrahlten ortsfestesten Kieferknochen eingesetzt (26%), 154 im bestrahlten ortsfestesten Kieferknochen (49%) und 78 in Knochentransplantaten (25%). Die mittlere Beobachtungszeit betrug 5.42 Jahre. Bei den Implantaten, die im nicht-bestrahlten ortsfestesten Kieferknochen eingesetzt wurden, betrug die 8-Jahres-Überlebensrate 95%, bei denjenigen im bestrahlten Kieferknochen 72% und bei denen in Knochentransplantaten noch 54%. Während die Resultate der Implantate, die in bestrahlten Arealen eingesetzt wurden, statistisch signifikant schlechter ausgefallen sind als bei Implantaten im nicht bestrahlten Knochen, konnte keine statistische Signifikanz in Bezug auf den Einfluss des Implantationszeitpunkts post Radiatio oder des Patientengeschlechts eruiert werden. Am schlechtesten waren die Überlebensraten aber bei Implantaten, die in Knochentransplantaten inseriert wurden.

**Zusammenfassung der Fallverarbeitung**

Gruppen	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse	Zensiert	
			N	Prozent
1. Implantate im <b><i>nicht bestrahlten</i></b> ortsfestesten Kieferknochen	84	2	82	<b>95.0%</b>
2. Implantate im <b><i>bestrahlten</i></b> ortsfestesten Kieferknochen	154	29	125	<b>72.0%</b>
3. Implantate in Knochentransplantaten	78	13	65	<b>54.0 %</b>

*Werkmeister et al.* untersuchten in einer Studie 29 Patienten (6 Frauen, 23 Männer), welche mit insgesamt 109 Implantaten versorgt wurden (Werkmeister, Szulczewski, 1999). Das mittlere Patientenalter lag bei 55 Jahren. Während 34 Implantate in der nicht-bestrahlten Mandibula eingesetzt wurden, hatte man 30 in der bestrahlten Mandibula und 45 in nicht-bestrahlten Knochentransplantaten inseriert. Die Beobachtungszeit bei der Berechnung der kumulativen Überlebensraten der Implantate betrug 36 Monate. Die nach der Kaplan-Meier-Analyse berechneten kumulativen Überlebensraten der Implantate finden sich in der unten stehenden Tabelle.

Zusammenfassung der Fallverarbeitung				
Gruppen	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse	Zensiert	
			N	Prozent
1. Implantate im <i>nicht bestrahlten</i> ortsständigen Kieferknochen	34	5	29	85.0%
2. Implantate im <i>bestrahlten</i> ortsständigen Kieferknochen	30	8	22	73.0%
3. Implantate in <i>nicht bestrahlten</i> Knochentransplantaten	45	14	31	68.0%
4. Implantate in <i>bestrahlten</i> Knochentransplantaten (Watzinger et al., 1996)				58.0%

Während der Unterschied der Resultate der Gruppen 1 und 2 (nicht-bestrahlter gegenüber bestrahltem ortsständigen Kieferknochen) statistisch signifikant ist, liegen beim Vergleich der Gruppen 2 und 3 (bestrahlter ortsständiger Kieferknochen gegenüber nicht-bestrahlte Knochentransplantate) keine statistisch signifikanten Unterschiede vor. *Werkmeister* nimmt in der Diskussion seiner Resultate ausserdem Bezug auf eine Studie von *Watzinger et al.*, welche von einer kumulativen Überlebensrate von Implantaten in bestrahlten Knochentransplantaten von 58% berichten (Watzinger, Ewers, 1996).

*Nelson et al.* analysierten in einer Studie die Überlebensraten von Implantaten, die zur Rekonstruktion von Tumorpatienten eingesetzt wurden (Nelson, Heberer, 2007). Dabei wurden 93 Patienten mit 435 Implantaten versorgt, nachdem Weichgewebe und Knochen des Kiefers in Zusammenhang mit der Tumor-Behandlung reseziert und anschliessend wiederhergestellt werden mussten. Von den 93 Patienten handelt es sich um 33 Frauen und 60



Männer mit einem mittleren Alter von 59 Jahren. Bei der Untersuchung der Überlebensraten dieser Implantate betrug die mittlere Beobachtungszeit 10.3 Jahre. Die kumulative Überlebensrate der in Knochentransplantaten eingesetzten Implantate betrug 92%, 84% und 69% nach 3.5, 8.5 und nach 13 Jahren. Nach einer Beobachtungszeit von 8 Jahren konnten bei der Analyse der Ergebnisse keine statistisch signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Patientengeschlechts oder des Implantationsortes (Oberkiefer gegenüber Unterkiefer) festgestellt werden. Ebenso konnte kein statistisch signifikanter Unterschied eruiert werden, wenn die Resultate der bestrahlten und der nicht-bestrahlten Patienten bzw. Implantate verglichen wurden, wobei die kumulative Überlebensrate der bestrahlten Population 54% nach einer Beobachtungszeit von 13.5 Jahren betrug. Es wird jedoch gleichsam festgehalten, dass die kumulative Überlebensrate von Implantaten bei Tumorpatienten mit 69% nach einer mittleren Beobachtungszeit von 10.3 schlechter ausfallen als bei gesunden Patienten, bei denen Überlebensraten von über 90% nach 10 Jahren beschrieben werden.

## 6. Diskussion

### 6.1 Resultate des eigenen Patientenguts

#### 6.1.1 Überlebensraten der vier Patientengruppen im Vergleich

Zusammenfassung der Fallverarbeitung				
Gruppen	Gesamtzahl (= Anzahl Implantate)	Anzahl der Ereignisse (= Implantatverluste)	Zensiert	
			N	Prozent
1. Implantate im <u>nicht</u> bestrahlten ortsständigen Kieferknochen	49	3	46	93,9%
2. Implantate im bestrahlten ortsständigen Kieferknochen	48	1	47	97,9%
3. Implantate in <u>nicht</u> bestrahlten Knochentransplantaten	28	5	23	82,1%
4. Implantate in bestrahlten Knochentransplantaten	16	8	8	50,0%

Wenn die Ergebnisse der Berechnungen der kumulativen Überlebensraten der Neoss-Implantate betrachtet werden, lassen diese den Schluss zu, dass Implantate sowohl im nicht-bestrahlten ortsständigen Kieferknochen, als auch bei Tumorpatienten im bestrahlten ortständigen Kieferknochen mit einer sehr guten Prognose eingesetzt werden können. Die uns vorliegenden Resultate führen ausserdem zum Schluss, dass Implantate neben dem bestrahlten und dem nicht-bestrahlten ortsständigen Kieferknochen zwar auch in Knochentransplantaten, welche nicht bestrahlt wurden, mit einer guten Prognose eingesetzt werden können, im Gegensatz dazu jedoch mit einer deutlich erhöhten Rate an Implantat-Verlusten gerechnet werden muss, wenn die Implantate in bestrahlten Knochentransplantaten eingesetzt werden.

Die Ergebnisse der Gruppen 1, 2 und 3 können hinsichtlich der kumulativen Überlebensraten der Neoss-Implantate generell als gut bis sehr gut angesehen werden. Es muss jedoch zwingend festgehalten werden, dass die Patientengruppen bzw. die darin eingeschlossene und untersuchte Anzahl an Implantaten zum Teil relativ klein sind. Dies kann zu Verzerrungen der Ergebnisse der statistischen Auswertungen führen. So bleibt anzumerken, dass beim

Vergleich der vier Patientengruppen auf statistisch signifikante Unterschiede in Bezug auf die kumulativen Überlebensraten der Implantate, die Werte zum Teil äusserst knapp gegen eine statistische Signifikanz in den Unterschieden der Resultate sprechen (Vergleich der Gruppe 1 mit der Gruppe 3 und vor allem im Vergleich der Gruppe 3 mit der Gruppe 4; siehe Anhang).

Es wäre wünschenswert, die vorliegenden Berechnungen zu einem späteren Zeitpunkt erneut durchzuführen, wenn grössere Patientenzahlen mit einer entsprechend grösseren Anzahl an zu untersuchenden Implantaten vorliegen.

## **6.2 Fallbeispiele der Literatur**

### **6.2.1 Allgemeines**

Bei der Betrachtung der unzähligen Studien, die sich mit dem Thema des klinischen Kurz- und Langzeitverhaltens von dentalen Implantaten beschäftigen, fällt auf, dass in der Literatur grosse Kontroversen in Bezug auf viele Aspekte der Implantologie bei Tumorpatienten geführt werden. In der vorliegenden Arbeit wurde in Kapitel 2.2 der Literaturübersicht bereits detailliert darauf eingegangen. Auch in den drei exemplarisch ausgewählten Studien, deren Resultate in Kapitel 4.2 erläutert wurden, finden sich in diversen Punkten keine Übereinstimmungen der verschiedenen Autoren.

Des Weiteren soll auch hier angemerkt werden, dass für eine objektive Beurteilung von Resultaten einer Studie, die entsprechenden wissenschaftlichen Grundvoraussetzungen erfüllt sein müssen. Auch zu kleine Patientenzahlen oder ó wie hier diskutiert ó eine zu kleine Anzahl an Implantaten oder ein zu kurzer Beobachtungszeitraum können zu Verzerrungen und Verfälschungen in der Analyse und in der Interpretation von Ergebnissen führen. Dies sollte stets berücksichtigt werden, um die Aussagekraft einer Studie beurteilen bzw. besser einschätzen zu können.

### **6.2.2 Überlebensraten der Implantate im Vergleich der Gruppen**

Es wurden bewusst Studien ausgewählt, in welchen die darin untersuchten Patienten ebenfalls in die gleichen Gruppen eingeteilt wurden, wie dies von uns bei der Betrachtung der Resultate des eigenen Patientenguts vorgenommen wurde.

Es fällt bei der Durchsicht auf, dass ein vom Leser in Kenntnis der biologischen Grundsätze und Vorgänge bereits intuitiv erwartetes Muster auftritt, indem einerseits die kumulativen Überlebensraten von Implantaten, die im ortsständigen Kieferknochen eingesetzt werden, besser ausfallen als von Implantaten, die in Knochentransplantaten inseriert werden, und dass andererseits - in einem weiteren Vergleich zwischen bestrahlten und nicht-bestrahlten Arealen - die Überlebensraten von Implantaten jeweils besser ausfallen, wenn sich diese in nicht-bestrahltem Knochen befinden. Es kann in diesem Zusammenhang festgehalten werden, dass viele Untersuchungen zum Schluss kommen, dass bei Implantaten im nicht-bestrahlten ortständigen Kieferknochen (Gruppe 1) mit den besten Resultaten hinsichtlich der Überlebensraten der Implantate gerechnet werden kann, gefolgt von den Implantaten im bestrahlten ortständigen Kieferknochen (Gruppe 2) und von Implantaten in nicht-bestrahlten Knochentransplantaten (Gruppe 3). Die schlechtesten Resultate finden sich bei Implantaten, die in bestrahlten Knochentransplantaten eingesetzt werden (Gruppe 4). Es muss jedoch auch hier zwingend angefügt werden, dass die Unterschiede in den Resultaten bei weitem nicht in jedem Fall statistisch signifikant sind. Es werden weitere und vor allem breit angelegte Studien mit grossen Patientenzahlen notwendig sein, um in dieser Frage Klarheit zu schaffen. Es liegt auch auf der Hand, dass ein Behandlungserfolg vor allem bei Tumorpatienten durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst werden kann. Auch dies wurde in Kapitel 2.2 der vorliegenden Arbeit im Detail erörtert.

### **6.3 Überlebensraten der Neoss-Implantate im Vergleich mit den Ergebnissen der Literatur**

Beim direkten Vergleich der Resultate des eigenen Patientenguts mit den in der Literatur gefundenen Ergebnissen kann konstatiert werden, dass sich zu grossen Teilen das gleiche Muster erhärtet. Implantate in nicht-bestrahlten Arealen haben generell bessere

Überlebensraten als Implantate in bestrahlten Bereichen und Implantate im ortsständigen Knochens im Allgemeinen eine bessere Prognose als Implantate in Knochentransplantaten. Es sei aber auch hier erwähnt, dass Resultate in Abhängigkeit vom Aufbau einer Studie und den darin eingeschlossenen Patienten(-zahlen) in vielen Fällen vom genannten Muster abweichen können. So finden sich auch bei der Analyse der eigenen Resultate bessere Ergebnisse bei den Implantaten im bestrahlten ortsständigen Knochen als bei Implantaten, die im nicht-bestrahlten ortsständigen Kieferknochen inseriert wurden ó auch wenn in diesem Fall der Unterschied statistisch nicht signifikant ist.

Übereinstimmung findet sich, wenn die uns vorliegenden Resultate des eigenen Patientenguts und der von uns exemplarisch ausgewählten Studien der Literatur auf einen möglichen Einfluss des Patientengeschlechts oder des Implantationsortes auf die Überlebensraten der Implantate untersucht werden. Es finden sich nämlich keine statistisch signifikanten Unterschiede beim Vergleich zwischen männlichen und weiblichen Patienten, als auch bei der Gegenüberstellung von Unterkiefer und Oberkiefer als Implantationsort.

## 7. Schlussfolgerung

Abschliessend und zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Implantate mit einer sehr guten Prognose im nicht-bestrahlten ortständigen Kieferknochen und einer guten Prognose im bestrahlten ortständigen Kieferknochen und in nicht-bestrahlten Knochentransplantaten eingesetzt werden können. Es ist jedoch Vorsicht geboten beim Setzen von Implantaten in bestrahlten Knochentransplantaten, da hierbei mit deutlich schlechteren Überlebensraten der Implantate gerechnet werden muss. Diese Erkenntnisse gelten auch bei der Verwendung von Implantaten des Neoss Implantate-Systems.

## 8. Anhang

### 8.1 Tabellen der statistischen Auswertungen der Resultate mittels SPSS

#### 8.1.1 Vergleich der vier Patientengruppen auf statistisch signifikante Unterschiede in Bezug auf die kumulativen Überlebensraten der Implantate

##### 8.1.1.2 Vergleich der Gruppe 1 mit der Gruppe 2

**Zusammenfassung der Fallverarbeitung**

Group_Nr	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse	Zensiert	
			N	Prozent
1	49	3	46	93,9%
2	48	1	47	97,9%
Gesamt	97	4	93	95,9%

**Gesamtvergleiche**

	Chi-Quadrat	Freiheitsgrade	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)	,940	1	,332
Breslow (Generalized Wilcoxon)	,772	1	,380
Tarone-Ware	,850	1	,357

##### 8.1.1.2 Vergleich der Gruppe 1 mit der Gruppe 3

**Zusammenfassung der Fallverarbeitung**

Group_Nr	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse	Zensiert	
			N	Prozent
1	49	3	46	93,9%
3	28	5	23	82,1%
Gesamt	77	8	69	89,6%

#### Gesamtvergleiche

	Chi-Quadrat	Freiheitsgrade	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)	2,639	1	,104
Breslow (Generalized Wilcoxon)	3,175	1	,075
Tarone-Ware	2,953	1	,086

Test auf Gleichheit der Überlebensverteilungen für die verschiedenen Stufen von Group\_Nr.

#### 8.1.1.3 Vergleich der Gruppe 1 mit der Gruppe 4

##### Zusammenfassung der Fallverarbeitung

Group_Nr	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse	Zensiert	
			N	Prozent
1	49	3	46	93,9%
4	16	8	8	50,0%
Gesamt	65	11	54	83,1%

#### Gesamtvergleiche

	Chi-Quadrat	Freiheitsgrade	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)	12,730	1	,000
Breslow (Generalized Wilcoxon)	9,397	1	,002
Tarone-Ware	10,946	1	,001

Test auf Gleichheit der Überlebensverteilungen für die verschiedenen Stufen von Group\_Nr.

#### 8.1.1.4 Vergleich der Gruppe 2 mit der Gruppe 3

##### Zusammenfassung der Fallverarbeitung

Group_Nr	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse	Zensiert	
			N	Prozent
2	48	1	47	97,9%
3	28	5	23	82,1%
Gesamt	76	6	70	92,1%



#### Gesamtvergleiche

	Chi-Quadrat	Freiheitsgrade	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)	6,089	1	,014
Breslow (Generalized Wilcoxon)	6,358	1	,012
Tarone-Ware	6,229	1	,013

Test auf Gleichheit der Überlebensverteilungen für die verschiedenen Stufen von Group\_Nr.

#### 8.1.1.5 Vergleich der Gruppe 2 mit der Gruppe 4

##### Zusammenfassung der Fallverarbeitung

Group_Nr	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse	Zensiert	
			N	Prozent
2	48	1	47	97,9%
4	16	8	8	50,0%
Gesamt	64	9	55	85,9%

#### Gesamtvergleiche

	Chi-Quadrat	Freiheitsgrade	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)	20,016	1	,000
Breslow (Generalized Wilcoxon)	15,928	1	,000
Tarone-Ware	18,005	1	,000

Test auf Gleichheit der Überlebensverteilungen für die verschiedenen Stufen von Group\_Nr.

#### 8.1.1.6 Vergleich der Gruppe 3 mit der Gruppe 4

##### Zusammenfassung der Fallverarbeitung

Group_Nr	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse	Zensiert	
			N	Prozent
3	28	5	23	82,1%
4	16	8	8	50,0%
Gesamt	44	13	31	70,5%

**Gesamtvergleiche**

	Chi-Quadrat	Freiheitsgrade	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)	3,640	1	,056
Breslow (Generalized Wilcoxon)	1,512	1	,219
Tarone-Ware	2,349	1	,125

Test auf Gleichheit der Überlebensverteilungen für die verschiedenen  
Stufen von Group\_Nr.

## 9. Literaturverzeichnis

1. Stellingsma C, Vissink A, Meijer HJ, Kuiper C, Raghoobar GM.  
Implantology and the severely resorbed edentulous mandible.  
Crit Rev Oral Biol Med. 2004;15(4):240-8.
2. Bergman B, Carlsson GE.  
Clinical long-term study of complete denture wearers.  
J Prosthet Dent. 1985 Jan;53(1):56-61.
3. Allen PF, McMillan AS.  
A longitudinal study of quality of life outcomes in older adults requesting implant prostheses and complete removable dentures.  
Clin Oral Implants Res. 2003 Apr;14(2):173-9.
4. Heydecke G, Boudrias P, Awad MA, De Albuquerque RF, Lund JP, Feine JS.  
Within-subject comparisons of maxillary fixed and removable implant prostheses: Patient satisfaction and choice of prosthesis.  
Clin Oral Implants Res. 2003 Feb;14(1):125-30.
5. Jennings DE.  
Treatment of the mandibular compromised ridge: a literature review.  
J Prosthet Dent. 1989 May;61(5):575-9.
6. Hillerup S.  
Preprosthetic surgery in the elderly.  
J Prosthet Dent. 1994 Nov;72(5):551-8.
7. Peterson LJ.  
Augmentation of the mandibular residual ridge by a modified visor osteotomy.  
J Oral Maxillofac Surg. 1983 May;41(5):332-8.
8. Stoelinga PJ, Blijdorp PA, Ross RR, De Koomen HA, Huybers TJ.

Augmentation of the atrophic mandible with interposed bone grafts and particulate hydroxylapatite.

J Oral Maxillofac Surg. 1986 May;44(5):353-60.

9. Hillerup S.

Mandibular vestibuloplasty. Experimental and clinical studies.

Dan Med Bull. 1991 Apr;38(2):97-113.

10. Adell R, Lekholm U, Grondahl K, Branemark PI, Lindstrom J, Jacobsson M.

Reconstruction of severely resorbed edentulous maxillae using osseointegrated fixtures in immediate autogenous bone grafts.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1990 Fall;5(3):233-46.

11. Jensen J, Sindet-Pedersen S, Oliver AJ.

Varying treatment strategies for reconstruction of maxillary atrophy with implants: results in 98 patients.

J Oral Maxillofac Surg. 1994 Mar;52(3):210-6; discussion 6-8.

12. Keller EE, Eckert SE, Tolman DE.

Maxillary antral and nasal one-stage inlay composite bone graft: preliminary report on 30 recipient sites.

J Oral Maxillofac Surg. 1994 May;52(5):438-47; discussion 47-8.

13. Listrom RD, Symington JM.

Osseointegrated dental implants in conjunction with bone grafts.

Int J Oral Maxillofac Surg. 1988 Apr;17(2):116-8.

14. Lukash FN, Sachs SA.

Functional mandibular reconstruction: prevention of the oral invalid.

Plast Reconstr Surg. 1989 Aug;84(2):227-33; discussion 34-5.

15. Misch CM, Misch CE, Resnik RR, Ismail YH.

Reconstruction of maxillary alveolar defects with mandibular symphysis grafts for dental implants: a preliminary procedural report.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1992 Fall;7(3):360-6.

16. Reinert S, Konig S, Bremerich A, Eufinger H, Krimmel M.  
Stability of bone grafting and placement of implants in the severely atrophic maxilla.  
Br J Oral Maxillofac Surg. 2003 Aug;41(4):249-55.
17. Lundgren S, Rasmusson L, Sjostrom M, Sennerby L.  
Simultaneous or delayed placement of titanium implants in free autogenous iliac bone grafts.  
Histological analysis of the bone graft-titanium interface in 10 consecutive patients.  
Int J Oral Maxillofac Surg. 1999 Feb;28(1):31-7.
18. Schliephake H, Schmelzeisen R, Husstedt H, Schmidt-Wondera LU.  
Comparison of the late results of mandibular reconstruction using nonvascularized or  
vascularized grafts and dental implants.  
J Oral Maxillofac Surg. 1999 Aug;57(8):944-50; discussion 50-1.
19. Nystrom E, Legrell PE, Forssell A, Kahnberg KE.  
Combined use of bone grafts and implants in the severely resorbed maxilla. Postoperative  
evaluation by computed tomography.  
Int J Oral Maxillofac Surg. 1995 Feb;24(1 Pt 1):20-5.
20. Nelson K, Glatzer C, Hildebrand D, Hell B, Klein M.  
Clinical evaluation of endosseous implants in nonvascularized fibula bone grafts for  
reconstruction of the severely atrophied mandibular bone.  
J Oral Maxillofac Surg. 2006 Sep;64(9):1427-32.
21. Balshi TJ, Wolfinger GJ, Petropoulos VC.  
Quadruple zygomatic implant support for retreatment of resorbed iliac crest bone graft  
transplant.  
Implant Dent. 2003;12(1):47-53.
22. Bell RB, Blakey GH, White RP, Hillebrand DG, Molina A.  
Staged reconstruction of the severely atrophic mandible with autogenous bone graft and  
endosteal implants.  
J Oral Maxillofac Surg. 2002 Oct;60(10):1135-41.
23. Swart JG, Allard RH.

Subperiosteal onlay augmentation of the mandible: a clinical and radiographic survey.  
J Oral Maxillofac Surg. 1985 Mar;43(3):183-7.

24. Moscoso JF, Keller J, Genden E, Weinberg H, Biller HF, Buchbinder D, et al.  
Vascularized bone flaps in oromandibular reconstruction. A comparative anatomic study of  
bone stock from various donor sites to assess suitability for endosseous dental implants.  
Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1994 Jan;120(1):36-43.

25. Sumi Y, Hasegawa T, Miyaishi O, Ueda M.  
Interface analysis of titanium implants in a human vascularized fibula bone graft.  
J Oral Maxillofac Surg. 2001 Feb;59(2):213-6.

26. Pinholt EM.  
Branemark and ITI dental implants in the human bone-grafted maxilla: a comparative  
evaluation.  
Clin Oral Implants Res. 2003 Oct;14(5):584-92.

27. Misch CE, Dietsh F.  
Endosteal implants and iliac crest grafts to restore severely resorbed totally edentulous  
maxillae--a retrospective study.  
J Oral Implantol. 1994;20(2):100-10.

28. Schliephake H, Neukam FW, Wichmann M.  
Survival analysis of endosseous implants in bone grafts used for the treatment of severe  
alveolar ridge atrophy.  
J Oral Maxillofac Surg. 1997 Nov;55(11):1227-33; discussion 33-4.

29. Friberg B, Grondahl K, Lekholm U, Branemark PI.  
Long-term follow-up of severely atrophic edentulous mandibles reconstructed with short  
Branemark implants.  
Clin Implant Dent Relat Res. 2000;2(4):184-9.

30. Stellingsma C, Meijer HJ, Raghoobar GM.  
Use of short endosseous implants and an overdenture in the extremely resorbed mandible: a  
five-year retrospective study.

J Oral Maxillofac Surg. 2000 Apr;58(4):382-7; discussion 7-8.

31. Triplett RG, Mason ME, Alfonso WF, McAnear JT.  
Endosseous cylinder implants in severely atrophic mandibles.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 1991 Fall;6(3):264-9.

32. Keller EE.  
Reconstruction of the severely atrophic edentulous mandible with endosseous implants: a 10-year longitudinal study.  
J Oral Maxillofac Surg. 1995 Mar;53(3):305-20.

33. Teixeira ER, Wadamoto M, Akagawa Y, Kimoto T.  
Clinical application of short hydroxylapatite-coated dental implants to the posterior mandible: a five-year survival study.  
J Prosthet Dent. 1997 Aug;78(2):166-71.

34. Romeo E, Lops D, Margutti E, Ghisolfi M, Chiapasco M, Vogel G.  
Long-term survival and success of oral implants in the treatment of full and partial arches: a 7-year prospective study with the ITI dental implant system.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 2004 Mar-Apr;19(2):247-59.

35. Fartash B, Eliasson S, Arvidson K.  
Mandibular single crystal sapphire implants: changes in crestal bone levels over three years.  
Clin Oral Implants Res. 1995 Sep;6(3):181-8.

36. Bert M.  
[Therapy of the severely atrophied mandible].  
Int J Dent Symp. 1994;2(1):52-5.

37. Krekmanov L, Kahn M, Rangert B, Lindstrom H.  
Tilting of posterior mandibular and maxillary implants for improved prosthesis support.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 2000 May-Jun;15(3):405-14.

38. Rosen A, Gynther G.

Implant treatment without bone grafting in edentulous severely resorbed maxillas: a long-term follow-up study.

J Oral Maxillofac Surg. 2007 May;65(5):1010-6.

39. Clelland NL, Gilat A, McGlumphy EA, Brantley WA.

A photoelastic and strain gauge analysis of angled abutments for an implant system.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1993;8(5):541-8.

40. Clelland NL, Lee JK, Bimbenet OC, Brantley WA.

A three-dimensional finite element stress analysis of angled abutments for an implant placed in the anterior maxilla.

J Prosthodont. 1995 Jun;4(2):95-100.

41. Rangert BR, Sullivan RM, Jemt TM.

Load factor control for implants in the posterior partially edentulous segment.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1997 May-Jun;12(3):360-70.

42. Francetti L, Agliardi E, Testori T, Romeo D, Taschieri S, Del Fabbro M.

Immediate rehabilitation of the mandible with fixed full prosthesis supported by axial and tilted implants: interim results of a single cohort prospective study.

Clin Implant Dent Relat Res. 2008 Dec;10(4):255-63.

43. Malo P, Rangert B, Nobre M.

"All-on-Four" immediate-function concept with Branemark System implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study.

Clin Implant Dent Relat Res. 2003;5 Suppl 1:2-9.

44. Branemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, et al.

Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period.

Scand J Plast Reconstr Surg Suppl. 1977;16:1-132.

45. Schroeder A, Pohler O, Sutter F.

[Tissue reaction to an implant of a titanium hollow cylinder with a titanium surface spray layer].



SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd. 1976 Jul;86(7):713-27.

46. Schroeder A, van der Zypen E, Stich H, Sutter F.

The reactions of bone, connective tissue, and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces.

J Maxillofac Surg. 1981 Feb;9(1):15-25.

47. Brunski JB, Moccia AF, Jr., Pollack SR, Korostoff E, Trachtenberg DI.

The influence of functional use of endosseous dental implants on the tissue-implant interface. I. Histological aspects.

J Dent Res. 1979 Oct;58(10):1953-69.

48. Chiapasco M, Gatti C, Rossi E, Haefliger W, Markwalder TH.

Implant-retained mandibular overdentures with immediate loading. A retrospective multicenter study on 226 consecutive cases.

Clin Oral Implants Res. 1997 Feb;8(1):48-57.

49. Gatti C, Haefliger W, Chiapasco M.

Implant-retained mandibular overdentures with immediate loading: a prospective study of ITI implants.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2000 May-Jun;15(3):383-8.

50. Chiapasco M, Abati S, Romeo E, Vogel G.

Implant-retained mandibular overdentures with Branemark System MKII implants: a prospective comparative study between delayed and immediate loading.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2001 Jul-Aug;16(4):537-46.

51. Payne AG, Tawse-Smith A, Kumara R, Thomson WM.

One-year prospective evaluation of the early loading of unsplinted conical Branemark fixtures with mandibular overdentures immediately following surgery.

Clin Implant Dent Relat Res. 2001;3(1):9-19.

52. Roynesdal AK, Amundrud B, Hannaes HR.

A comparative clinical investigation of 2 early loaded ITI dental implants supporting an overdenture in the mandible.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2001 Mar-Apr;16(2):246-51.

53. Cameron HU, Pilliar RM, MacNab I.

The effect of movement on the bonding of porous metal to bone.

J Biomed Mater Res. 1973 Jul;7(4):301-11.

54. Maniatopoulos C, Pilliar RM, Smith DC.

Threaded versus porous-surfaced designs for implant stabilization in bone-endodontic implant model.

J Biomed Mater Res. 1986 Nov-Dec;20(9):1309-33.

55. Szmukler-Moncler S, Salama H, Reingewirtz Y, Dubruille JH.

Timing of loading and effect of micromotion on bone-dental implant interface: review of experimental literature.

J Biomed Mater Res. 1998 Summer;43(2):192-203.

56. Pilliar RM, Lee JM, Maniatopoulos C.

Observations on the effect of movement on bone ingrowth into porous-surfaced implants.

Clin Orthop Relat Res. 1986 Jul(208):108-13.

57. Collaert B, De Bruyn H.

Early loading of four or five Astra Tech fixtures with a fixed cross-arch restoration in the mandible.

Clin Implant Dent Relat Res. 2002;4(3):133-5.

58. Schropp L, Isidor F, Kostopoulos L, Wenzel A.

Patient experience of, and satisfaction with, delayed-immediate vs. delayed single-tooth implant placement.

Clin Oral Implants Res. 2004 Aug;15(4):498-503.

59. Attard NJ, Zarb GA.

Immediate and early implant loading protocols: a literature review of clinical studies.

J Prosthet Dent. 2005 Sep;94(3):242-58.

60. Olsson M, Urde G, Andersen JB, Sennerby L.

Early loading of maxillary fixed cross-arch dental prostheses supported by six or eight oxidized titanium implants: results after 1 year of loading, case series.

Clin Implant Dent Relat Res. 2003;5 Suppl 1:81-7.

61. Szmukler-Moncler S, Piattelli A, Favero GA, Dubruille JH.

Considerations preliminary to the application of early and immediate loading protocols in dental implantology.

Clin Oral Implants Res. 2000 Feb;11(1):12-25.

62. Naert I, De Clercq M, Theuniers G, Schepers E.

Overdentures supported by osseointegrated fixtures for the edentulous mandible: a 2.5-year report.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1988 Fall;3(3):191-6.

63. Engquist B, Bergendal T, Kallus T, Linden U.

A retrospective multicenter evaluation of osseointegrated implants supporting overdentures.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1988 Summer;3(2):129-34.

64. Johns RB, Jemt T, Heath MR, Hutton JE, McKenna S, McNamara DC, et al.

A multicenter study of overdentures supported by Branemark implants.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1992 Winter;7(4):513-22.

65. Hutton JE, Heath MR, Chai JY, Harnett J, Jemt T, Johns RB, et al.

Factors related to success and failure rates at 3-year follow-up in a multicenter study of overdentures supported by Branemark implants.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1995 Jan-Feb;10(1):33-42.

66. Feine JS, Carlsson GE, Awad MA, Chehade A, Duncan WJ, Gizani S, et al.

The McGill consensus statement on overdentures. Mandibular two-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients. Montreal, Quebec, May 24-25, 2002.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2002 Jul-Aug;17(4):601-2.

67. van Kampen F, Cune M, van der Bilt A, Bosman F.

Retention and postinsertion maintenance of bar-clip, ball and magnet attachments in mandibular implant overdenture treatment: an in vivo comparison after 3 months of function.

Clin Oral Implants Res. 2003 Dec;14(6):720-6.

68. Naert I, Gizani S, Vuylsteke M, Van Steenberghe D.

A 5-year prospective randomized clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral implants retaining a mandibular overdenture: prosthetic aspects and patient satisfaction.

J Oral Rehabil. 1999 Mar;26(3):195-202.

69. Tinsley D, Watson CJ, Russell JL.

A comparison of hydroxylapatite coated implant retained fixed and removable mandibular prostheses over 4 to 6 years.

Clin Oral Implants Res. 2001 Apr;12(2):159-66.

70. MacEntee MI, Walton JN, Glick N.

A clinical trial of patient satisfaction and prosthodontic needs with ball and bar attachments for implant-retained complete overdentures: three-year results.

J Prosthet Dent. 2005 Jan;93(1):28-37.

71. Walton JN, MacEntee MI.

A prospective study on the maintenance of implant prostheses in private practice.

Int J Prosthodont. 1997 Sep-Oct;10(5):453-8.

72. Payne AG, Solomons YF.

Mandibular implant-supported overdentures: a prospective evaluation of the burden of prosthodontic maintenance with 3 different attachment systems.

Int J Prosthodont. 2000 May-Jun;13(3):246-53.

73. Payne AG, Solomons YF.

The prosthodontic maintenance requirements of mandibular mucosa- and implant-supported overdentures: a review of the literature.

Int J Prosthodont. 2000 May-Jun;13(3):238-43.

74. Walmsley AD, Frame JW.

Implant supported overdentures--the Birmingham experience.

J Dent. 1997 Jan;25 Suppl 1:S43-7.

75. Hooghe M, Naert I.  
Implant supported overdentures--the Leuven experience.  
J Dent. 1997 Jan;25 Suppl 1:S25-32.
76. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR.  
The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 1986 Summer;1(1):11-25.
77. Eliasson A, Palmqvist S, Svenson B, Sundell K.  
Five-year results with fixed complete-arch mandibular prostheses supported by 4 implants.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 2000 Jul-Aug;15(4):505-10.
78. Sadowsky SJ.  
Mandibular implant-retained overdentures: a literature review.  
J Prosthet Dent. 2001 Nov;86(5):468-73.
79. Galindo DF.  
The implant-supported milled-bar mandibular overdenture.  
J Prosthodont. 2001 Mar;10(1):46-51.
80. Kreisler M, Behneke N, Behneke A, d'Hoedt B.  
Residual ridge resorption in the edentulous maxilla in patients with implant-supported mandibular overdentures: an 8-year retrospective study.  
Int J Prosthodont. 2003 May-Jun;16(3):295-300.
81. Wright PS, Glantz PO, Randow K, Watson RM.  
The effects of fixed and removable implant-stabilised prostheses on posterior mandibular residual ridge resorption.  
Clin Oral Implants Res. 2002 Apr;13(2):169-74.
82. Burns DR.  
Mandibular implant overdenture treatment: consensus and controversy.  
J Prosthodont. 2000 Mar;9(1):37-46.

83. Schmitt A, Zarb GA.  
The notion of implant-supported overdentures.  
J Prosthet Dent. 1998 Jan;79(1):60-5.
84. Naert IE, Hooghe M, Quirynen M, van Steenberghe D.  
The reliability of implant-retained hinging overdentures for the fully edentulous mandible. An up to 9-year longitudinal study.  
Clin Oral Investig. 1997 Sep;1(3):119-24.
85. Batenburg RH, Meijer HJ, Raghoobar GM, Van Oort RP, Boering G.  
Mandibular overdentures supported by two Branemark, IMZ or ITI implants. A prospective comparative preliminary study: one-year results.  
Clin Oral Implants Res. 1998 Dec;9(6):374-83.
86. Meijer HJ, Batenburg RH, Raghoobar GM, Vissink A.  
Mandibular overdentures supported by two Branemark, IMZ or ITI implants: a 5-year prospective study.  
J Clin Periodontol. 2004 Jul;31(7):522-6.
87. Spiekermann H, Jansen VK, Richter EJ.  
A 10-year follow-up study of IMZ and TPS implants in the edentulous mandible using bar-retained overdentures.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 1995 Mar-Apr;10(2):231-43.
88. Behneke A, Behneke N, d'Hoedt B.  
A 5-year longitudinal study of the clinical effectiveness of ITI solid-screw implants in the treatment of mandibular edentulism.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 2002 Nov-Dec;17(6):799-810.
89. Jemt T, Chai J, Harnett J, Heath MR, Hutton JE, Johns RB, et al.  
A 5-year prospective multicenter follow-up report on overdentures supported by osseointegrated implants.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 1996 May-Jun;11(3):291-8.
90. Naert I, Gizani S, Vuylsteke M, van Steenberghe D.

A 5-year randomized clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral implants in the mandibular overdenture therapy. Part I: Peri-implant outcome.

Clin Oral Implants Res. 1998 Jun;9(3):170-7.

91. Bergendal T, Engquist B.

Implant-supported overdentures: a longitudinal prospective study.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1998 Mar-Apr;13(2):253-62.

92. Gotfredsen K, Holm B.

Implant-supported mandibular overdentures retained with ball or bar attachments: a randomized prospective 5-year study.

Int J Prosthodont. 2000 Mar-Apr;13(2):125-30.

93. Davis DM, Packer ME.

Mandibular overdentures stabilized by Astra Tech implants with either ball attachments or magnets: 5-year results.

Int J Prosthodont. 1999 May-Jun;12(3):222-9.

94. van Steenberghe D, Quirynen M, Naert I, Maffei G, Jacobs R.

Marginal bone loss around implants retaining hinging mandibular overdentures, at 4-, 8- and 12-years follow-up.

J Clin Periodontol. 2001 Jul;28(7):628-33.

95. Merickse-Stern R, Aerni D, Geering AH, Buser D.

Long-term evaluation of non-submerged hollow cylinder implants. Clinical and radiographic results.

Clin Oral Implants Res. 2001 Jun;12(3):252-9.

96. Ulm CW, Solar P, Gsellmann B, Matejka M, Watzek G.

The edentulous maxillary alveolar process in the region of the maxillary sinus--a study of physical dimension.

Int J Oral Maxillofac Surg. 1995 Aug;24(4):279-82.

97. Jaffin RA, Berman CL.

The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis.

J Periodontol. 1991 Jan;62(1):2-4.

98. Roos J, Sennerby L, Lekholm U, Jemt T, Grondahl K, Albrektsson T.

A qualitative and quantitative method for evaluating implant success: a 5-year retrospective analysis of the Branemark implant.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1997 Jul-Aug;12(4):504-14.

99. Zarb GA, Schmitt A.

The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants: the Toronto study. Part III: Problems and complications encountered.

J Prosthet Dent. 1990 Aug;64(2):185-94.

100. Jemt T, Book K, Linden B, Urde G.

Failures and complications in 92 consecutively inserted overdentures supported by Branemark implants in severely resorbed edentulous maxillae: a study from prosthetic treatment to first annual check-up.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1992 Summer;7(2):162-7.

101. Jemt T, Lekholm U.

Implant treatment in edentulous maxillae: a 5-year follow-up report on patients with different degrees of jaw resorption.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1995 May-Jun;10(3):303-11.

102. Chan MF, Narhi TO, de Baat C, Kalk W.

Treatment of the atrophic edentulous maxilla with implant-supported overdentures: a review of the literature.

Int J Prosthodont. 1998 Jan-Feb;11(1):7-15.

103. Mericske-Stern R.

Treatment outcomes with implant-supported overdentures: clinical considerations.

J Prosthet Dent. 1998 Jan;79(1):66-73.

104. Mericske-Stern R, Oetterli M, Kiener P, Mericske E.

A follow-up study of maxillary implants supporting an overdenture: clinical and radiographic results.



Int J Oral Maxillofac Implants. 2002 Sep-Oct;17(5):678-86.

105. Widbom C, Soderfeldt B, Kronstrom M.

A retrospective evaluation of treatments with implant-supported maxillary overdentures.  
Clin Implant Dent Relat Res. 2005;7(3):166-72.

106. Zitzmann NU, Marinello CP.

Treatment outcomes of fixed or removable implant-supported prostheses in the edentulous maxilla. Part II: clinical findings.  
J Prosthet Dent. 2000 Apr;83(4):434-42.

107. Ferrigno N, Laureti M, Fanali S, Grippaudo G.

A long-term follow-up study of non-submerged ITI implants in the treatment of totally edentulous jaws. Part I: Ten-year life table analysis of a prospective multicenter study with 1286 implants.  
Clin Oral Implants Res. 2002 Jun;13(3):260-73.

108. Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Weinstein R.

Systematic review of survival rates for implants placed in the grafted maxillary sinus.  
Int J Periodontics Restorative Dent. 2004 Dec;24(6):565-77.

109. Olson JW, Dent CD, Morris HF, Ochi S.

Long-term assessment (5 to 71 months) of endosseous dental implants placed in the augmented maxillary sinus.  
Ann Periodontol. 2000 Dec;5(1):152-6.

110. Valentini P, Abensur DJ.

Maxillary sinus grafting with anorganic bovine bone: a clinical report of long-term results.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 2003 Jul-Aug;18(4):556-60.

111. Rodoni LR, Glauser R, Feloutzis A, Hammerle CH.

Implants in the posterior maxilla: a comparative clinical and radiologic study.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 2005 Mar-Apr;20(2):231-7.

112. Hallman M, Nordin T.

Sinus floor augmentation with bovine hydroxyapatite mixed with fibrin glue and later placement of nonsubmerged implants: a retrospective study in 50 patients.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2004 Mar-Apr;19(2):222-7.

113. Krennmair G, Krainhofner M, Piehslinger E.

Implant-supported maxillary overdentures retained with milled bars: maxillary anterior versus maxillary posterior concept--a retrospective study.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2008 Mar-Apr;23(2):343-52.

114. Narhi TO, Hevinga M, Voorsmit RA, Kalk W.

Maxillary overdentures retained by splinted and unsplinted implants: a retrospective study.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2001 Mar-Apr;16(2):259-66.

115. Wallace SS, Froum SJ.

Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review.

Ann Periodontol. 2003 Dec;8(1):328-43.

116. Eckert SE, Wollan PC.

Retrospective review of 1170 endosseous implants placed in partially edentulous jaws.

J Prosthet Dent. 1998 Apr;79(4):415-21.

117. Carlsson GE, Lindquist LW, Jemt T.

Long-term marginal periimplant bone loss in edentulous patients.

Int J Prosthodont. 2000 Jul-Aug;13(4):295-302.

118. Visser A, Raghoobar GM, Meijer HJ, Batenburg RH, Vissink A.

Mandibular overdentures supported by two or four endosseous implants. A 5-year prospective study.

Clin Oral Implants Res. 2005 Feb;16(1):19-25.

119. Batenburg RH, Raghoobar GM, Van Oort RP, Heijdenrijk K, Boering G.

Mandibular overdentures supported by two or four endosteal implants. A prospective, comparative study.

Int J Oral Maxillofac Surg. 1998 Dec;27(6):435-9.

120. Sadowsky SJ.  
The implant-supported prosthesis for the edentulous arch: design considerations.  
J Prosthet Dent. 1997 Jul;78(1):28-33.
121. Sadan A, Rogers WA.  
The milled implant-supported prosthesis: a treatment alternative for the edentulous mandible.  
Pract Periodontics Aesthet Dent. 1997 Apr;9(3):315-26; quiz 28.
122. Albrektsson T, Sennerby L.  
State of the art in oral implants.  
J Clin Periodontol. 1991 Jul;18(6):474-81.
123. Jackson TR.  
The application of rare earth magnetic retention to osseointegrated implants.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 1986 Fall;1(2):81-92.
124. Laird WR, Grant AA, Smith GA.  
The use of magnetic forces in prosthetic dentistry.  
J Dent. 1981 Dec;9(4):328-35.
125. Eitner S, Schlegel A, Emeka N, Holst S, Will J, Hamel J.  
Comparing bar and double-crown attachments in implant-retained prosthetic reconstruction: a follow-up investigation.  
Clin Oral Implants Res. 2008 May;19(5):530-7.
126. Albrektsson T, Branemark PI, Hansson HA, Lindstrom J.  
Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man.  
Acta Orthop Scand. 1981;52(2):155-70.
127. Branemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindstrom J, Ohlsson A.  
Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies.  
Scand J Plast Reconstr Surg. 1969;3(2):81-100.

128. van Steenberghe D, Glauser R, Blomback U, Andersson M, Schutyser F, Pettersson A, et al.

A computed tomographic scan-derived customized surgical template and fixed prosthesis for flapless surgery and immediate loading of implants in fully edentulous maxillae: a prospective multicenter study.

Clin Implant Dent Relat Res. 2005;7 Suppl 1:S111-20.

129. Branemark PI, Engstrand P, Ohnrell LO, Grondahl K, Nilsson P, Hagberg K, et al.  
Branemark Novum: a new treatment concept for rehabilitation of the edentulous mandible.  
Preliminary results from a prospective clinical follow-up study.  
Clin Implant Dent Relat Res. 1999;1(1):2-16.

130. Ganeles J, Rosenberg MM, Holt RL, Reichman LH.  
Immediate loading of implants with fixed restorations in the completely edentulous mandible: report of 27 patients from a private practice.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 2001 May-Jun;16(3):418-26.

131. Grunder U, Strub JR.  
Implant-supported suprastructure design.  
Int J Periodontics Restorative Dent. 1990;10(1):18-39.

132. Mericske-Stern RD, Taylor TD, Belser U.  
Management of the edentulous patient.  
Clin Oral Implants Res. 2000;11 Suppl 1:108-25.

133. Misch CE, Degidi M.  
Five-year prospective study of immediate/early loading of fixed prostheses in completely edentulous jaws with a bone quality-based implant system.  
Clin Implant Dent Relat Res. 2003;5(1):17-28.

134. Schnitman PA, Wohrle PS, Rubenstein JE.  
Immediate fixed interim prostheses supported by two-stage threaded implants: methodology and results.  
J Oral Implantol. 1990;16(2):96-105.

135. Lambert FE, Weber HP, Susarla SM, Belser UC, Gallucci GO.  
Descriptive analysis of implant and prosthodontic survival rates with fixed implant-supported rehabilitations in the edentulous maxilla.  
J Periodontol. 2009 Aug;80(8):1220-30.
136. Jaffin RA, Kumar A, Berman CL.  
Immediate loading of implants in partially and fully edentulous jaws: a series of 27 case reports.  
J Periodontol. 2000 May;71(5):833-8.
137. Khang W, Feldman S, Hawley CE, Gunsolley J.  
A multi-center study comparing dual acid-etched and machined-surfaced implants in various bone qualities.  
J Periodontol. 2001 Oct;72(10):1384-90.
138. von Wöhrn N, Gotfredsen K.  
Implant-supported overdentures, a prevention of bone loss in edentulous mandibles? A 5-year follow-up study.  
Clin Oral Implants Res. 2001 Feb;12(1):19-25.
139. Gallucci GO, Bernard JP, Belser UC.  
Treatment of completely edentulous patients with fixed implant-supported restorations: three consecutive cases of simultaneous immediate loading in both maxilla and mandible.  
Int J Periodontics Restorative Dent. 2005 Feb;25(1):27-37.
140. Gallucci GO, Bernard JP, Bertosa M, Belser UC.  
Immediate loading with fixed screw-retained provisional restorations in edentulous jaws: the pickup technique.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 2004 Jul-Aug;19(4):524-33.
141. De Bruyn H, Van de Velde T, Collaert B.  
Immediate functional loading of TiOblast dental implants in full-arch edentulous mandibles: a 3-year prospective study.  
Clin Oral Implants Res. 2008 Jul;19(7):717-23.

142. Fischer K, Stenberg T, Hedin M, Sennerby L.  
Five-year results from a randomized, controlled trial on early and delayed loading of implants supporting full-arch prosthesis in the edentulous maxilla.  
Clin Oral Implants Res. 2008 May;19(5):433-41.
143. Castellon P, Blatz MB, Block MS, Finger IM, Rogers B.  
Immediate loading of dental implants in the edentulous mandible.  
J Am Dent Assoc. 2004 Nov;135(11):1543-9; quiz 621-2.
144. Chiapasco M.  
Early and immediate restoration and loading of implants in completely edentulous patients.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 2004;19 Suppl:76-91.
145. Esposito M, Grusovin MG, Willings M, Coulthard P, Worthington HV.  
Interventions for replacing missing teeth: different times for loading dental implants.  
Cochrane Database Syst Rev. 2007(2):CD003878.
146. Misch CE, Hahn J, Judy KW, Lemons JE, Linkow LI, Lozada JL, et al.  
Workshop guidelines on immediate loading in implant dentistry. November 7, 2003.  
J Oral Implantol. 2004;30(5):283-8.
147. Ioannidou E, Doufexi A.  
Does loading time affect implant survival? A meta-analysis of 1,266 implants.  
J Periodontol. 2005 Aug;76(8):1252-8.
148. Romanos GE, Testori T, Degidi M, Piattelli A.  
Histologic and histomorphometric findings from retrieved, immediately occlusally loaded implants in humans.  
J Periodontol. 2005 Nov;76(11):1823-32.
149. Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Taschieri S, Weinstein R.  
Systematic review of survival rates for immediately loaded dental implants.  
Int J Periodontics Restorative Dent. 2006 Jun;26(3):249-63.
150. Jokstad A, Carr AB.

What is the effect on outcomes of time-to-loading of a fixed or removable prosthesis placed on implant(s)?

Int J Oral Maxillofac Implants. 2007;22 Suppl:19-48.

151. Branemark PI, Svensson B, van Steenberghe D.

Ten-year survival rates of fixed prostheses on four or six implants ad modum Branemark in full edentulism.

Clin Oral Implants Res. 1995 Dec;6(4):227-31.

152. De Bruyn H, Collaert B.

Early loading of machined-surface Branemark implants in completely edentulous mandibles: healed bone versus fresh extraction sites.

Clin Implant Dent Relat Res. 2002;4(3):136-42.

153. Engquist B, Astrand P, Anzen B, Dahlgren S, Engquist E, Feldmann H, et al.

Simplified methods of implant treatment in the edentulous lower jaw: a 3-year follow-up report of a controlled prospective study of one-stage versus two-stage surgery and early loading.

Clin Implant Dent Relat Res. 2005;7(2):95-104.

154. Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Branemark PI, Jemt T.

Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1990 Winter;5(4):347-59.

155. Quirynen M, Naert I, van Steenberghe D, Nys L.

A study of 589 consecutive implants supporting complete fixed prostheses. Part I: Periodontal aspects.

J Prosthet Dent. 1992 Oct;68(4):655-63.

156. Friberg B, Nilson H, Olsson M, Palmquist C.

Mk II: the self-tapping Branemark implant: 5-year results of a prospective 3-center study.

Clin Oral Implants Res. 1997 Aug;8(4):279-85.

157. Lindquist LW, Carlsson GE, Jemt T.

- A prospective 15-year follow-up study of mandibular fixed prostheses supported by osseointegrated implants. Clinical results and marginal bone loss.  
Clin Oral Implants Res. 1996 Dec;7(4):329-36.
158. Arvidson K, Bystedt H, Frykholm A, von Konow L, Lothigius E.  
Five-year prospective follow-up report of the Astra Tech Dental Implant System in the treatment of edentulous mandibles.  
Clin Oral Implants Res. 1998 Aug;9(4):225-34.
159. Hemmings KW, Schmitt A, Zarb GA.  
Complications and maintenance requirements for fixed prostheses and overdentures in the edentulous mandible: a 5-year report.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 1994 Mar-Apr;9(2):191-6.
160. Watson RM, Davis DM.  
Follow up and maintenance of implant supported prostheses: a comparison of 20 complete mandibular overdentures and 20 complete mandibular fixed cantilever prostheses.  
Br Dent J. 1996 Nov 9;181(9):321-7.
161. Naert I, Koutsikakis G, Duyck J, Quirynen M, Jacobs R, van Steenberghe D.  
Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism. part I: a longitudinal clinical evaluation.  
Clin Oral Implants Res. 2002 Aug;13(4):381-9.
162. Naert I, Koutsikakis G, Quirynen M, Duyck J, van Steenberghe D, Jacobs R.  
Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism. Part 2: a longitudinal radiographic study.  
Clin Oral Implants Res. 2002 Aug;13(4):390-5.
163. Meskin LH, Brown LJ.  
Prevalence and patterns of tooth loss in U.S. employed adult and senior populations, 1985-86.  
J Dent Educ. 1988 Dec;52(12):686-91.
164. Weintraub JA, Burt BA.  
Oral health status in the United States: tooth loss and edentulism.



J Dent Educ. 1985 Jun;49(6):368-78.

165. Lekholm U, Ericsson I, Adell R, Slots J.

The condition of the soft tissues at tooth and fixture abutments supporting fixed bridges. A microbiological and histological study.

J Clin Periodontol. 1986 Jul;13(6):558-62.

166. Quirynen M, Listgarten MA.

Distribution of bacterial morphotypes around natural teeth and titanium implants ad modum Branemark.

Clin Oral Implants Res. 1990 Dec;1(1):8-12.

167. Jemt T, Lekholm U.

Oral implant treatment in posterior partially edentulous jaws: a 5-year follow-up report.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1993;8(6):635-40.

168. Hardt CR, Grondahl K, Lekholm U, Wennstrom JL.

Outcome of implant therapy in relation to experienced loss of periodontal bone support: a retrospective 5- year study.

Clin Oral Implants Res. 2002 Oct;13(5):488-94.

169. Karoussis IK, Salvi GE, Heitz-Mayfield LJ, Bragger U, Hammerle CH, Lang NP.

Long-term implant prognosis in patients with and without a history of chronic periodontitis: a 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System.

Clin Oral Implants Res. 2003 Jun;14(3):329-39.

170. Lekholm U, Gunne J, Henry P, Higuchi K, Linden U, Bergstrom C, et al.

Survival of the Branemark implant in partially edentulous jaws: a 10-year prospective multicenter study.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1999 Sep-Oct;14(5):639-45.

171. Romeo E, Chiapasco M, Ghisolfi M, Vogel G.

Long-term clinical effectiveness of oral implants in the treatment of partial edentulism.

Seven-year life table analysis of a prospective study with ITI dental implants system used for single-tooth restorations.

Clin Oral Implants Res. 2002 Apr;13(2):133-43.

172. Pjetursson BE, Tan K, Lang NP, Bragger U, Egger M, Zwahlen M.  
A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years.  
Clin Oral Implants Res. 2004 Dec;15(6):667-76.

173. Albrektsson T, Zarb GA.  
Current interpretations of the osseointegrated response: clinical significance.  
Int J Prosthodont. 1993 Mar-Apr;6(2):95-105.

174. Stephan G, Vidot F, Noharet R, Mariani P.  
Implant-retained mandibular overdentures: a comparative pilot study of immediate loading versus delayed loading after two years.  
J Prosthet Dent. 2007 Jun;97(6 Suppl):S138-45.

175. Gatti C, Chiapasco M.  
Immediate loading of Branemark implants: a 24-month follow-up of a comparative prospective pilot study between mandibular overdentures supported by Conical transmucosal and standard MK II implants.  
Clin Implant Dent Relat Res. 2002;4(4):190-9.

176. Romeo E, Chiapasco M, Lanza A, Casentini P, Ghisolfi M, Iorio M, et al.  
Implant-retained mandibular overdentures with ITI implants.  
Clin Oral Implants Res. 2002 Oct;13(5):495-501.

177. Hollender L, Rockler B.  
Radiographic evaluation of osseointegrated implants of the jaws. Experimental study of the influence of radiographic techniques on the measurement of the relation between the implant and bone.  
Dentomaxillofac Radiol. 1980;9(2):91-5.

178. Sewerin IP.  
Errors in radiographic assessment of marginal bone height around osseointegrated implants.  
Scand J Dent Res. 1990 Oct;98(5):428-33.

179. Naert I, Gizani S, van Steenberghe D.  
Rigidly splinted implants in the resorbed maxilla to retain a hinging overdenture: a series of clinical reports for up to 4 years.  
J Prosthet Dent. 1998 Feb;79(2):156-64.
180. Quirynen M, Naert I, van Steenberghe D.  
Fixture design and overload influence marginal bone loss and fixture success in the Branemark system.  
Clin Oral Implants Res. 1992 Sep;3(3):104-11.
181. Curtis TA, Cantor R.  
The forgotten patient in maxillofacial prosthetics.  
J Prosthet Dent. 1974 Jun;31(6):662-80.
182. Teoh KH, Huryn JM, Patel S, Halpern J, Tunick S, Wong HB, et al.  
Implant prosthodontic rehabilitation of fibula free-flap reconstructed mandibles: a Memorial Sloan-Kettering Cancer Center review of prognostic factors and implant outcomes.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 2005 Sep-Oct;20(5):738-46.
183. Urken ML, Vickery C, Weinberg H, Buchbinder D, Biller HF.  
The internal oblique-iliac crest osseomyocutaneous microvascular free flap in head and neck reconstruction.  
J Reconstr Microsurg. 1989 Jul;5(3):203-14; discussion 15-6.
184. Urken ML, Weinberg H, Vickery C, Buchbinder D, Lawson W, Biller HF.  
Oromandibular reconstruction using microvascular composite free flaps. Report of 71 cases and a new classification scheme for bony, soft-tissue, and neurologic defects.  
Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1991 Jul;117(7):733-44.
185. Urken ML.  
Composite free flaps in oromandibular reconstruction. Review of the literature.  
Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1991 Jul;117(7):724-32.
186. Riediger D.

Restoration of masticatory function by microsurgically revascularized iliac crest bone grafts using enosseous implants.

Plast Reconstr Surg. 1988 Jun;81(6):861-77.

187. Haughey BH, Fredrickson JM, Lerrick AJ, Sclaroff A, Gay WD.

Fibular and iliac crest osteomuscular free flap reconstruction of the oral cavity.

Laryngoscope. 1994 Nov;104(11 Pt 1):1305-13.

188. Swartz WM, Banis JC, Newton ED, Ramasastry SS, Jones NF, Acland R.

The osteocutaneous scapular flap for mandibular and maxillary reconstruction.

Plast Reconstr Surg. 1986 Apr;77(4):530-45.

189. Hidalgo DA, Rekow A.

A review of 60 consecutive fibula free flap mandible reconstructions.

Plast Reconstr Surg. 1995 Sep;96(3):585-96; discussion 97-602.

190. Davidson J, Boyd B, Gullane P, Rotstein L, Freeman J, Manktelow R, et al.

A comparison of the results following oromandibular reconstruction using a radial forearm flap with either radial bone or a reconstruction plate.

Plast Reconstr Surg. 1991 Aug;88(2):201-8.

191. Pogrel MA, Podlesh S, Anthony JP, Alexander J.

A comparison of vascularized and nonvascularized bone grafts for reconstruction of mandibular continuity defects.

J Oral Maxillofac Surg. 1997 Nov;55(11):1200-6.

192. Serafin D, Riefkohl R, Thomas I, Georgiade NG.

Vascularized rib-periosteal and osteocutaneous reconstruction of the maxilla and mandible: an assessment.

Plast Reconstr Surg. 1980 Nov;66(5):718-27.

193. Choung PH, Nam IW, Kim KS.

Vascularized cranial bone grafts for mandibular and maxillary reconstruction. The parietal osteofascial flap.

J Craniomaxillofac Surg. 1991 Aug;19(6):235-42.

194. Lyberg T, Olstad OA.  
The vascularized fibular flap for mandibular reconstruction.  
J Craniomaxillofac Surg. 1991 Apr;19(3):113-8.
195. Posnick JC, Wells MD, Zuker RM.  
Use of the free fibular flap in the immediate reconstruction of pediatric mandibular tumors:  
report of cases.  
J Oral Maxillofac Surg. 1993 Feb;51(2):189-96.
196. Hidalgo DA.  
Fibula free flap: a new method of mandible reconstruction.  
Plast Reconstr Surg. 1989 Jul;84(1):71-9.
197. McGhee MA, Stern SJ, Callan D, Shewmake K, Smith T.  
Osseointegrated implants in the head and neck cancer patient.  
Head Neck. 1997 Dec;19(8):659-65.
198. Sclaroff A, Haughey B, Gay WD, Paniello R.  
Immediate mandibular reconstruction and placement of dental implants. At the time of  
ablative surgery.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1994 Dec;78(6):711-7.
199. Barber HD, Seckinger RJ, Hayden RE, Weinstein GS.  
Evaluation of osseointegration of endosseous implants in radiated, vascularized fibula flaps to  
the mandible: a pilot study.  
J Oral Maxillofac Surg. 1995 Jun;53(6):640-4; discussion 4-5.
200. Zlotolow IM, Huryn JM, Piro JD, Lenchewski E, Hidalgo DA.  
Osseointegrated implants and functional prosthetic rehabilitation in microvascular fibula free  
flap reconstructed mandibles.  
Am J Surg. 1992 Dec;164(6):677-81.
201. Schmelzeisen R, Hausamen JE, Neukam FW, Karcher H, Scheller H.  
Combination of microsurgical tissue reconstruction with osteointegrated dental implants.  
Presentation of a technique.

Int J Oral Maxillofac Surg. 1990 Aug;19(4):209-11.

202. Foster RD, Anthony JP, Sharma A, Pogrel MA.

Vascularized bone flaps versus nonvascularized bone grafts for mandibular reconstruction: an outcome analysis of primary bony union and endosseous implant success.

Head Neck. 1999 Jan;21(1):66-71.

203. Andersson G, Andreasson L, Bjelkengren G.

Oral implant rehabilitation in irradiated patients without adjunctive hyperbaric oxygen.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1998 Sep-Oct;13(5):647-54.

204. Taylor TD, Worthington P.

Osseointegrated implant rehabilitation of the previously irradiated mandible: results of a limited trial at 3 to 7 years.

J Prosthet Dent. 1993 Jan;69(1):60-9.

205. Kluth EV, Jain PR, Stuchell RN, Frich JC, Jr.

A study of factors contributing to the development of osteoradionecrosis of the jaws.

J Prosthet Dent. 1988 Feb;59(2):194-201.

206. Ueda M, Kaneda T, Takahashi H.

Effect of hyperbaric oxygen therapy on osseointegration of titanium implants in irradiated bone: a preliminary report.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1993;8(1):41-4.

207. Franzen L, Rosenquist JB, Rosenquist KI, Gustafsson I.

Oral implant rehabilitation of patients with oral malignancies treated with radiotherapy and surgery without adjunctive hyperbaric oxygen.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1995 Mar-Apr;10(2):183-7.

208. Marx RE, Ames JR.

The use of hyperbaric oxygen therapy in bony reconstruction of the irradiated and tissue-deficient patient.

J Oral Maxillofac Surg. 1982 Jul;40(7):412-20.

209. Marx RE.  
A new concept in the treatment of osteoradionecrosis.  
J Oral Maxillofac Surg. 1983 Jun;41(6):351-7.
210. Larsen PE, Stronczek MJ, Beck FM, Rohrer M.  
Osteointegration of implants in radiated bone with and without adjunctive hyperbaric oxygen.  
J Oral Maxillofac Surg. 1993 Mar;51(3):280-7.
211. Albrektsson T.  
A multicenter report on osseointegrated oral implants.  
J Prosthet Dent. 1988 Jul;60(1):75-84.
212. Watzinger F, Ewers R, Henninger A, Sudasch G, Babka A, Woelfl G.  
Endosteal implants in the irradiated lower jaw.  
J Craniomaxillofac Surg. 1996 Aug;24(4):237-44.
213. Weischer T, Schettler D, Mohr C.  
Concept of surgical and implant-supported prostheses in the rehabilitation of patients with oral cancer.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 1996 Nov-Dec;11(6):775-81.
214. Esser E, Wagner W.  
Dental implants following radical oral cancer surgery and adjuvant radiotherapy.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 1997 Jul-Aug;12(4):552-7.
215. Niimi A, Fujimoto T, Nosaka Y, Ueda M.  
A Japanese multicenter study of osseointegrated implants placed in irradiated tissues: a preliminary report.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 1997 Mar-Apr;12(2):259-64.
216. Niimi A, Ueda M, Keller EE, Worthington P.  
Experience with osseointegrated implants placed in irradiated tissues in Japan and the United States.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 1998 May-Jun;13(3):407-11.

217. Coulthard P, Esposito M, Worthington HV, Jokstad A.  
Therapeutic use of hyperbaric oxygen for irradiated dental implant patients: a systematic review.  
J Dent Educ. 2003 Jan;67(1):64-8.
218. Weischer T, Mohr C.  
Ten-year experience in oral implant rehabilitation of cancer patients: treatment concept and proposed criteria for success.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 1999 Jul-Aug;14(4):521-8.
219. Granstrom G, Tjellstrom A, Branemark PI, Fornander J.  
Bone-anchored reconstruction of the irradiated head and neck cancer patient.  
Otolaryngol Head Neck Surg. 1993 Apr;108(4):334-43.
220. Goto M, Jin-Nouchi S, Ihara K, Katsuki T.  
Longitudinal follow-up of osseointegrated implants in patients with resected jaws.  
Int J Oral Maxillofac Implants. 2002 Mar-Apr;17(2):225-30.
221. Baker DG.  
The radiobiological basis for tissue reactions in the oral cavity following therapeutic x-irradiation. A review.  
Arch Otolaryngol. 1982 Jan;108(1):21-4.
222. Shirota T, Schmelzeisen R, Neukam FW, Matsui Y, Ohno K, Michi K.  
Immediate insertion of two types of implants into vascularized bone grafts used for mandibular reconstruction in miniature pigs.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1994 Mar;77(3):222-31.
223. Urken ML, Buchbinder D, Weinberg H, Vickery C, Sheiner A, Biller HF.  
Primary placement of osseointegrated implants in microvascular mandibular reconstruction.  
Otolaryngol Head Neck Surg. 1989 Jul;101(1):56-73.
224. Roumanas ED, Markowitz BL, Lorant JA, Calcaterra TC, Jones NF, Beumer J, 3rd.  
Reconstructed mandibular defects: fibula free flaps and osseointegrated implants.  
Plast Reconstr Surg. 1997 Feb;99(2):356-65.



225. Gurlek A, Miller MJ, Jacob RF, Lively JA, Schusterman MA.  
Functional results of dental restoration with osseointegrated implants after mandible reconstruction.  
Plast Reconstr Surg. 1998 Mar;101(3):650-5; discussion 6-9.
226. Urken ML, Buchbinder D, Costantino PD, Sinha U, Okay D, Lawson W, et al.  
Oromandibular reconstruction using microvascular composite flaps: report of 210 cases.  
Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1998 Jan;124(1):46-55.
227. Komisar A.  
The functional result of mandibular reconstruction.  
Laryngoscope. 1990 Apr;100(4):364-74.
228. Daly TE, Drane JB, MacComb WS.  
Management of problems of the teeth and jaw in patients undergoing irradiation.  
Am J Surg. 1972 Oct;124(4):539-42.
229. Yerit KC, Posch M, Seemann M, Hainich S, Dortbudak O, Turhani D, et al.  
Implant survival in mandibles of irradiated oral cancer patients.  
Clin Oral Implants Res. 2006 Jun;17(3):337-44.
230. Werkmeister R, Szulczewski D, Walteros-Benz P, Joos U.  
Rehabilitation with dental implants of oral cancer patients.  
J Craniomaxillofac Surg. 1999 Feb;27(1):38-41.
231. Nelson K, Heberer S, Glatzer C.  
Survival analysis and clinical evaluation of implant-retained prostheses in oral cancer resection patients over a mean follow-up period of 10 years.  
J Prosthet Dent. 2007 Nov;98(5):405-10.